Série n°

N° d'ordre

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

Le grade de docteur ès sciences naturelles

PAR

Louis DANGEARD

Assistant de Géologie à la Faculté des Sciences de Rennes

PREMIÈRE THÈSE

Observations de Géologie sous-marine et d'Océanographie relatives à la Manche

---

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté

---

22 JAN

Soutenues le 1929 devant la Commission d'examen

MM. Ch. PÉREZ Président
Ch. JACOB } Assesseurs
R. COMBES }

PARIS
ED. BLONDEL LA ROUGERY, ÉDITEUR
7, RUE SAINT-LAZARE

1929

Série n°

N° d'ordre

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

Le grade de docteur ès sciences naturelles

PAR

Louis DANGEARD

Assistant de Géologie à la Faculté des Sciences de Rennes

PREMIÈRE THÈSE

Observations de Géologie sous-marine et d'Océanographie relatives à la Manche

---

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté

Soutenues le 22 JAN 1929 devant la Commission d'examen

MM. Ch. PÉREZ, Président
Ch. JACOB, R. COMBES } Assesseurs

PARIS
ED. BLONDEL LA ROUGERY, ÉDITEUR
7, RUE SAINT-LAZARE

1929

Faculté des Sciences de l'Université de Paris

MM.

Doyen	C. MAURAIN, *Professeur*,	Physique du globe.
Doyens honoraires	P. APPEL,	
	M. MOLLIARD.	
Professeurs honoraires	P. PUISEUX.	
	V. BOUSSINESQ.	
	A. JOANNIS.	
	H. LE CHATELIER.	
	H. LEBESGUE.	
	A. FERNBACH.	
	A. LEDUC.	
Professeurs	ÉMILE PICARD	Analyse supérieure et algèbre supérieure.
	G. KŒNIGS	Mécanique physique et expérimentale.
	E. GOURSAT	Calcul différentiel et calcul intégral.
	P. JANET	Electrotechnique générale.
	F. WALLERANT	Minéralogie.
	H. ANDOYER	Astronomie.
	P. PAINLEVÉ	Mécanique analytique et mécanique céleste.
	Gabriel BERTRAND	Chimie biologique.
	Mme P. CURIE	Physique générale et radioactivité.
	M. CAULLERY	Zoologie (Évolution des êtres organisés).
	G. URBAIN	Chimie minérale.
	Émile BOREL	Calcul des probabilités et Physique mathém.
	L. MARCHIS	Aviation.
	Jean PERRIN	Chimie physique.
	Rémy PERRIER	Zoologie (Enseignement P. C. N.).
	H. ABRAHAM	Physique.
	M. MOLLIARD	Physiologie végétale.
	E. CARTAN	Géométrie supérieure.
	L. LAPICQUE	Physiologie générale.
	E. VESSIOT	Théorie des fonctions et théorie des transformations.
	A. COTTON	Physique générale.
	J. DRACH	Application de l'analyse à la géométrie.
	Charles FABRY	Physique.
	Charles PÉREZ	Zoologie.
	Léon BERTRAND	Géologie structurale et géologie appliquée.
	R. LESPIEAU	Théories chimiques.
	E. RABAUD	Biologie expérimentale.
	P. PORTIER	Physiologie comparée.
	E. BLAISE	Chimie organique.
	P.-A. DANGEARD	Botanique.
	Paul MONTEL	Mécanique rationnelle.
	P. WINTREBERT	Anatomie et histologie comparées.
	O. DUBOSCQ	Biologie maritime.
	G. JULIA	Mathématiques générales.
	A. JOB	Chimie générale.
	A. MAILHE	Étude des combustibles.
	L. LUTAUD	Géographie physique et géologie dynamique.
	Eugène BLOCH	Physique théorique et physique céleste.
	Henri VILLAT	Mécanique des fluides et applications.
	Ch. JACOB	Géologie.
	P. PASCAL	Chimie appliquée.
	E. HÉROUARD	Zoologie.
	E. PÉCHARD	Chimie (Enseignement P. C. N.).
	V. AUGER	Chimie analytique.
	M. GUICHARD	Chimie minérale.
	A. GUILLET	Physique.
	G. MAUGUIN	Minéralogie.
	L. BLARINGHEM	Botanique.
	A. MICHEL-LÉVY	Pétrographie.
	A. DEREIMS	Géologie.
	R. DONGIER	Physique du globe.
	A. DENJOY	Calcul différentiel et intégral.
	H. BÉNARD	Physique (P. C. N.).
	E. DARMOIS	Physique.
	G. BRUHAT	Physique.
	H. MOUTON	Chimie physique.
	L. JOLEAUD	Paléontologie.
	M. JAVILLIER	Chimie biologique.
	A. DUFOUR	Physique (P. C. N.).
	F. PICARD	Zoologie (Évolution des êtres organisés).
	ROBERT-LÉVY	Zoologie.
	L. DUNOYER	Optique appliquée.
	A. GUILLIERMOND	Botanique (P. C. N.).
	A. DEBIERNE	Radioactivité.
Secrétaire	Daniel TOMBECK.	

BIBLIOTHEEK RIJKS UNIV LEIDEN

OBSERVATIONS

DE

GÉOLOGIE SOUS-MARINE ET D'OCÉANOGRAPHIE

RELATIVES A LA MANCHE

CROISIÈRES DU "POURQUOI-PAS ?"

Fig. 1 D'après SANDY HOOK

Fig. 2

A MONSIEUR LE DOCTEUR J.-B. CHARCOT

MEMBRE DE L'INSTITUT

Hommage respectueux et reconnaissant.

Fig. 3

INTRODUCTION

Le but de ce travail est de faire connaître les observations relatives à la Manche que j'ai faites à bord du « *Pourquoi-Pas?* » au cours de plusieurs croisières (1922-1927).

Ce navire qui constitue, sous la direction de M. le docteur J.-B. CHARCOT, Membre de l'Institut, le laboratoire flottant de recherches maritimes de l'Ecole pratique des Hautes Etudes, est armé pendant l'été par la Marine nationale ; il effectue des voyages scientifiques pour l'étude des diverses branches de l'Océanographie et de la Pêche maritime.

M. le docteur CHARCOT, sur le conseil de MM. les professeurs LACROIX et LEMOINE, inaugura, en 1921, une campagne de *dragages géologiques* dans la Manche et sur le plateau de Rockall, au large de la côte occidentale d'Ecosse. Il fit construire des dragues robustes et, à l'aide d'une technique spéciale, il recueillit des matériaux si intéressants qu'il décida de poursuivre pendant les années suivantes l'étude géologique du fond de la Manche, de l'Atlantique et de la Méditerranée.

J'ai senti profondément tout l'honneur qu'il me faisait, en m'appelant à son état-major scientifique, et en m'offrant de collaborer à ses travaux. J'ai apprécié particulièrement l'amitié qu'il m'a témoignée depuis qu'il m'a fait entrer dans la grande famille du « *Pourquoi-Pas?* ». Je suis extrêmement heureux de lui renouveler ici l'expression de mon respectueux dévouement et de lui offrir la dédicace de mon travail.

Lorsqu'il me proposa, en 1922, d'embarquer comme géologue pour une croisière dans la Manche, mon maître, M. KERFORNE, professeur de géologie à la Faculté des Sciences de Rennes, me conseilla vivement d'accepter et fit briller tout de suite à mes yeux l'intérêt scientifique que présentaient pour un jeune géologue ces recherches marines. Depuis, il n'a cessé de me prodiguer, dans son laboratoire comme sur le terrain, ses précieux conseils. La mort est venue brusquement l'enlever à notre affection, en pleine activité. Je n'oublierai pas ce qu'il a fait pour aider ma vocation scientifique et faciliter mes recherches ; je lui en garde une profonde reconnaissance.

M. LEMOINE, professeur au Muséum, a envoyé au laboratoire de géologie de Rennes, les échantillons de roches primaires draguées dans la Manche en 1921 ; il m'a grandement encouragé à poursuivre ces recherches de *géologie sous-marine* qu'il a tant contribué à mettre à l'ordre du jour ; je l'en remercie particulièrement.

M. HAUG m'a reçu avec bienveillance dans son laboratoire ; vivement intéressé par les recherches océanographiques, il était venu en 1923 à bord du « *Pourquoi-Pas?* »

assister à des dragages dans la Méditerranée. Il avait bien voulu accepter, quelques mois avant sa mort, que je lui soumette mon manuscrit de thèse. Je garde le souvenir reconnaissant de ses conseils.

Je n'oublierai pas que M. KILIAN, le regretté professeur de Grenoble, s'était occupé volontiers des Ammonites du fond de la Manche ; il les a déterminées en collaboration avec M. BLANCHET, que je suis heureux de remercier ici.

Je tiens à exprimer ma vive gratitude à tous ceux qui m'ont aidé dans mon travail : à MM. LACROIX, DOUVILLÉ, CAYEUX, DAUTZENBERG, ALLIX, à qui j'ai soumis des échantillons à déterminer, à mon collègue et ami M. MILON, qui m'a souvent donné de précieux avis au cours de fréquentes excursions communes et au laboratoire, enfin à mes camarades du « *Pourquoi-Pas ?* » et aux marins, dont la bonne volonté n'a jamais été en défaut et dont j'ai eu maintes fois l'occasion d'apprécier l'aide spontanée.

Les subventions de la Caisse des Recherches scientifiques m'ont facilité dans une large mesure les excursions que j'ai faites le long des falaises de la Manche. Je remercie vivement M. JOUBIN d'avoir accueilli mon manuscrit dans les *Annales de l'Institut Océanographique.*

M. Ch. JACOB, à qui est incombé le soin de juger mon travail, a été pour moi un guide bienveillant et je lui en garde une vive reconnaissance.

AVERTISSEMENT

Le plan adopté pour cet ouvrage est le suivant :

Dans la première partie, qui est la plus considérable, j'ai traité les questions de *géologie sous-marine* ; j'ai étudié les roches et les fossiles recueillis par dragage et exposé surtout les résultats nouveaux concernant l'*histoire géologique de la Manche.*

Dans la deuxième partie se trouvent groupées des observations d'*océanographie*, qui me paraissent apporter quelque lumière sur certains problèmes géologiques.

Enfin un appendice placé à la fin de l'ouvrage fournit les listes des *dragages géologiques* effectués par le « *Pourquoi-Pas?* » non seulement dans la Manche, mais encore dans les mers voisines (Méditerranée, Golfe de Gascogne, Atlantique Nord, Mer du Nord, Mer Baltique, Mer d'Irlande). Je les indique tous, car, à propos de la Manche, j'ai souvent été conduit à faire allusion aux recherches que nous avons effectuées dans d'autres régions et il m'a semblé utile de mettre à la disposition du lecteur le résumé de ces recherches ainsi que les cartes correspondantes (cartes XVI à XVIII). Dans ces listes, on trouvera des renseignements précis sur les coordonnées de chaque station et des observations extraites du carnet de dragage, susceptibles d'intéresser à la fois les océanographes et les géologues.

Dans la première partie se trouvent d'autres listes qui contiennent les observations géologiques faites au laboratoire.

Les illustrations comprennent des figures dans le texte, des planches et des cartes : j'ai photographié un grand nombre d'échantillons pour bien montrer que les roches draguées ne ressemblent pas à des galets qui auraient été amenés de la côte par les courants. Les premières cartes (cartes I à V) portent l'indication de tous les dragages effectués par le « *Pourquoi-Pas?* » dans la Manche, par ordre de croisières ; les numéros des dragages (ou stations) sont les suivants : 1921, N^{os} 15 à 67 (carte I, p. 22) ; 1922, N^{os} 211 à 270 (carte II, p. 24) ; 1923, N^{os} 385 à 428 (carte III, p. 25) ; 1924, N^{os} 501 à 547 (carte IV, p. 27) ; 1925, N^{os} 1041 à 1094 (carte V, p. 28) ; 1926, N^{os} 2.001 à 2.039 (carte V) ; 1927, N^{os} 2.101 à 2.103 (carte V). L'emplacement des dragages effectués au large de l'entrée occidentale de la Manche figure sur la carte de l'Atlantique Nord, dans l'appendice (N^{os} 503, 504, 2.014, 2.023, 2.024, 2.026, carte XVIII, p. 271).

Les cartes VI à XIV correspondent aux différents chapitres de la première partie, où sont exposés les résultats géologiques concernant la Manche. Enfin, j'ai figuré sur la carte XV (p. 182) l'emplacement de tous les gisements considérés comme *en place* : c'est donc le début d'une *carte géologique de la Manche* ; les courbes de niveau de 30, 60 et 90 m. y sont indiquées, ce qui permet immédiatement de se rendre compte du relief très plat de la Manche et de l'allure de la Fosse centrale.

On voudra bien se reporter, en outre, pour la lecture de l'ouvrage à la carte géologique de la France au 1/1.000.000^{e}, aux cartes marines, principalement à la carte générale de la Manche N^{o} 5400 du Service Hydrographique, enfin aux cartes géologiques détaillées françaises et anglaises ; ces dernières sont accompagnées de précieux mémoires explicatifs.

Observations de Géologie sous-marine et d'Océanographie relatives à la Manche

CROISIÈRES DU "POURQUOI-PAS?"

PREMIÈRE PARTIE

Géologie sous-marine

Cette première partie de l'ouvrage est divisée en un certain nombre de chapitres. J'ai cru intéressant de placer au début un court aperçu historique sur les recherches de *géologie sous-marine* : bien que peu de travaux aient été conduits systématiquement dans cette voie, la plupart des expéditions océanographiques ont apporté des documents précieux qu'il convient de ne pas oublier.

Dans le chapitre, intitulé Méthodes, j'ai surtout insisté sur les procédés dont nous nous étions servis pour recueillir les roches au fond de la mer et sur les observations qui démontrent qu'un grand nombre de ces roches peuvent être considérées comme *en place.*

Après un rapide exposé sur les principaux problèmes géologiques qui se posaient à propos de la Manche, avant les croisières du «*Pourquoi-Pas?*», j'ai étudié mes documents en les groupant dans l'ordre stratigraphique (Primaire, Secondaire, Tertiaire, Quaternaire) et montré comment les résultats obtenus complètent les données antérieures, vérifient ou corrigent les hypothèses anciennes. Dans chaque chapitre ou dans chacune des divisions d'un chapitre, on trouvera une partie historique, une partie descriptive, un résumé et des conclusions.

Les chapitres adoptés sont les suivants :

CHAPITRE I. — APERÇU HISTORIQUE SUR LA GÉOLOGIE SOUS-MARINE.
— II. — MÉTHODES.
— III. — EXPOSÉ PRÉLIMINAIRE SUR LA MANCHE.
— IV. — PRIMAIRE.
— V. — SECONDAIRE.
— VI. — TERTIAIRE.
— VII. — QUATERNAIRE.
— VIII. — CONCLUSIONS. HISTOIRE GÉOLOGIQUE DE LA MANCHE.

Fig. 4. — Les savants du « *Challenger* » examinant les produits de la drague. Figure extraite de l'ouvrage de Wyville Thomson, traduit par Lortet, *Les abîmes de la mer* (Paris, Hachette, 1875).

CHAPITRE PREMIER

Aperçu historique sur la Géologie sous-marine

Depuis longtemps les savants ont cherché à connaître la nature des fonds sous-marins qui représentent les trois quarts environ de la surface de l'écorce terrestre ; mais ils ont surtout étudié les sédiments meubles actuels, délaissant souvent l'étude plus difficile du substratum rocheux.

Les grands traits de la répartition des sédiments sur le fond des océans sont bien connus depuis les grandes expéditions océanographiques, dont la plus célèbre est celle du « *Challenger* » (fig. 4, p. 10) ; ce navire effectua un voyage de deux années (1873-1875) autour du globe et ramena une riche moisson scientifique. Les savants, embarqués à bord des navires océanographiques, se sont donné comme principales tâches de mieux faire connaître la flore et la faune marines, d'étudier l'eau de mer et les courants, de recueillir les sédiments actuels ; leur attention n'était pas attirée sur l'intérêt que présentait la géologie sous-marine et, d'ailleurs, la difficulté de trouver des engins capables de briser des roches sur le fond paraissait considérable.

Aussi, tandis que la *lithologie sous-marine* se perfectionnait de plus en plus, la *géologie sous-marine* faisait rarement l'objet de recherches systématiques.

Cependant les dragues et les chaluts employés à bord des navires océanographiques ont

parfois ramené des fragments rocheux et l'étude de ces échantillons a été confiée au retour à des géologues. C'est ainsi que, dès 1869, le « *Porcupine* » a dragué dans l'Atlantique Nord des roches qui ont été examinées par David Forbes (98, 99).

Il faut noter la contribution importante apportée par les ingénieurs hydrographes à la connaissance du sol sous-marin. Grâce à leurs recherches précises, et à leurs cartes marines, on connaît la nature du fond et la profondeur sur le plateau continental et au voisinage des côtes ; le plomb de sonde qu'ils emploient permet de recueillir des vases, des sables ou des graviers. Ces recherches effectuées en vue de la navigation ont ainsi pu servir de points de départ à des études lithologiques et géologiques importantes (75, 202 *bis*, 94, 95).

Les pêcheurs ont, eux aussi, depuis longtemps, contribué aux progrès de la géologie sous-marine : ils ramènent souvent dans leurs filets des fragments de roches ou des fossiles. Ainsi, dans la Mer du Nord, les chalutiers recueillent des ossements et des morceaux de tourbe (191, 142).

Je ne donne pas ici une liste de tous les travaux relatifs à la géologie sous-marine ; j'ai simplement groupé par régions les plus importants d'entre eux, en commençant par les mers les plus éloignées pour finir par les mers voisines de la Manche au sujet desquelles les documents sont relativement nombreux.

J'ai cité naturellement, chaque fois que l'occasion s'en présentait, les dragages géologiques du « *Pourquoi-Pas?* » effectués en dehors de la Manche. Enfin l'historique des recherches concernant la Manche a été exposé avec détail.

J'examinerai successivement :

les Régions polaires,
la Mer de Java,
la Méditerranée,
le Golfe de Gascogne,
l'Atlantique profond,
l'Atlantique Nord au voisinage de la cote américaine,
l'Atlantique Nord au voisinage de la cote européenne,
la Mer Baltique,
la Mer du Nord,
la Manche,
les croisières du « *Pourquoi-Pas?* » dans la Manche.

RÉGIONS POLAIRES

Au cours des expéditions océanographiques faites dans les régions polaires, les savants ont généralement recueilli des sédiments actuels et quelquefois des échantillons de roches sous-marines.

1° *Région arctique.* — Le professeur Böggild (28) a étudié les sédiments et les fragments de roches recueillis par l'expédition danoise de l' « *Ingolf* » (1895-1896), qui explora la région comprise entre les Faröe, l'Islande et le Groënland. Il a publié des cartes lithologiques de cette région. L'énorme quantité de débris volcaniques trouvés sur certains fonds lui a permis de penser qu'ils provenaient d'affleurements sous-marins : ainsi, à l'Est de l'Islande, se trouve une *crête* qui serait formée de roches volcaniques. Quant aux blocs errants, ils semblent avoir été transportés par les glaces.

La croisière du duc d'Orléans en 1905 (163) a permis de faire des observations intéres-

santes dans la mer Arctique : les amas de roches qui existent le long de la côte orientale du Groënland paraissent représenter les restes d'une puissante *moraine sous-marine.*

2° *Région antarctique.* — La mer de Weddel a fourni des roches cambriennes fossilifères : Gordon (103) a décrit une faune cambrienne à *Archæocyathus,* trouvée dans le matériel des dragages.

MER DE JAVA

Cette région a été explorée en détail au point de vue océanographique par l'expédition hollandaise du « *Siboga* » (1899-1900), dirigée par Max Weber (219). Diverses observations rapportées par cette expédition intéressent la géologie sous-marine, par exemple la présence de *fonds durs* et de pierres à une grande profondeur. Les sédiments recueillis ont été examinés par le professeur Böggild (29) qui a dressé la carte lithologique des fonds au voisinage des îles de la Sonde.

MÉDITERRANÉE

La Méditerranée a été très étudiée au point de vue de la biologie marine et de l'océanographie physique ; mais les recherches concernant la géologie sous-marine de cette mer sont peu nombreuses. M. Thoulet (202 *bis*) a dressé la carte lithologique des côtes. Pruvot (171) a étudié les fonds et la faune du golfe du Lion. C'est au cours des dragages effectués pour le laboratoire de Banyuls qu'a été découverte, au large du cap de Creus, une curieuse faune fossile mélangée à l'actuelle. Pruvot et Robert (173) ont conclu de son étude qu'elle était d'âge quaternaire et appartenait sans doute à la faune sicilienne. Les sédiments actuels de la plate-forme continentale peuvent donc contenir des sédiments quaternaires plus ou moins remaniés. Pruvot admet que certains sables du large doivent leur origine à des apports fluviatiles quaternaires.

En certains points de la Méditerranée, la couche de sédiments actuels n'est pas suffisante pour masquer complètement le substratum. Ailleurs, au contraire, l'épaisseur de la vase ou des formations à Algues calcaires est très grande. En 1923, le « *Pourquoi-Pas?* » effectua une croisière en Méditerranée occidentale et fit de nombreux dragages à la surface du plateau continental ; l'épaisseur des sédiments actuels gêna considérablement l'emploi de la drague géologique (50). Cependant la présence de roches sous-marines a été constatée en plusieurs points ; l'emploi de dragues puissantes permettrait sans doute d'en détacher des fragments. Il est intéressant de noter que les formations de blocs quaternaires qui encombrent le fond de la Manche semblent manquer complètement en Méditerranée ou se trouvent recouvertes par les dépôts actuels.

Dans certaines régions peu profondes (écueil des Sorelles, plateau des Esquerquis) nous avons pu déterminer la nature géologique du fond (71) (station 366, voir carte XVI, p. 256 et Appendice, p. 257).

Je pense que des recherches systématiques et de longue durée effectuées à l'aide d'engins spéciaux donneraient des résultats importants au point de vue de la géologie sous-marine, en particulier dans les régions où les roches affleurent et où les courants balaient le fond comme entre la Tunisie et la Sicile. Il serait intéressant de rechercher les gisements quaternaires analogues à ceux du cap de Creus et de mesurer l'épaisseur des sédiments accumulés depuis le Quaternaire.

GOLFE DE GASCOGNE

En 1880 eut lieu la célèbre croisière du « *Travailleur* » dirigée par A. Milne Edwards (151). Cette croisière ramena des richesses zoologiques considérables. Les grands fonds du golfe de Gascogne furent explorés depuis la « fosse du cap Breton » jusqu'au cap Penas sur la côte septentrionale de l'Espagne. Un grand nombre de sondages permit de se faire une idée du relief tourmenté de cette région où l'on trouve à peu de distance des côtes des profondeurs de près de 3.000 m. Pendant la croisière du « *Caudan* » en 1895, des observations lithologiques et géologiques furent faites par M. Thoulet (198). Ce savant a étudié la topographie que présente la *falaise du plateau continental* atlantique : la profondeur y descend parfois brusquement de 500 à 2.000 mètres ; les chalutages ont ramené des pierres et des fragments de bois qui ont été soumis à l'examen de Bleicher (27) ; les pierres, selon cet auteur, ont été transportées par les *glaces flottantes* de l'époque quaternaire ; les roches calcaires ont été trouvées fréquemment perforées par des Eponges. C'est encore des roches transportées par les glaces qui ont été recueillies par le « *Michael Sars* » à 200 milles environ au Nord du cap Finistère, à une profondeur de plus de 15.000 pieds. Peach a reconnu qu'un grand nombre de ces roches étaient striées par les glaces (165).

Dans un cas particulier la nature géologique du fond a pu être connue avec certitude : il s'agit du « plateau de Rochebonne », situé à 65 km. au large de l'île de Ré, où le service des Ponts et Chaussées avait entrepris de placer un phare. Les travaux du phare ont permis de recueillir des échantillons qui ont été examinés par Pervinquière (167) : d'après lui, la roche est « un granite légèrement schisteux et le plateau représente probablement un prolongement de la masse granitique de Belle-Ile et de l'île d'Yeu ». Cette étude est d'autant plus intéressante, conclut Pervinquière, que l'on a « rarement l'occasion d'obtenir des renseignements précis sur la constitution géologique du fond de la mer ».

Depuis longtemps, M. Marcel Baudouin (14, 15, 16) s'est attaché à noter tous les faits qui pouvaient intéresser la géologie sous-marine et la préhistoire au large des côtes de la Vendée. Il a signalé la présence de stations préhistoriques sous-marines, de bancs de galets submergés.

On doit au regretté professeur Ferronnière, dont le portrait figure ici en souvenir de ses travaux de géologie sous-marine, des observations importantes sur la région du Mor-Braz (94). Pour la première fois, une carte géologique sous-marine était tentée. L'étude minutieuse des cartes marines, complétée par la récolte de certains échantillons, a permis à ce savant d'indiquer l'emplacement de gisements probables du Crétacé, de l'Eocène, et de retracer l'histoire de la dernière submersion quaternaire dans la région comprise entre l'embouchure de la Loire et celle de la Vilaine. Sa méthode intéressante et nouvelle est exposée dans un article dont le titre est suggestif : « Ce qu'un géologue peut lire sur une carte marine » (95). La carte géologique de France a enregistré sur la feuille du Pilier (93) une partie des observations de géologie sous-marine dues à Ferronnière. J'ai conservé précieusement le souvenir d'excursions faites sous sa direction aux environs d'Angers et du Croizic.

Fig. 5
Le professeur Ferronnière

En 1924, M. l'ingénieur Volmat, chef de la mission hydrographique de la Gironde, a recueilli, sur ma demande, un certain nombre d'échantillons aux abords de l'estuaire : les prises d'échan

tillons ont été faites à l'aide d'une drague géologique du commandant Charcot. Plusieurs stations ont fourni des fragments de calcaire éocène fossilifère (stations 10, 11, 12, p. 260) prouvant ainsi l'extension sous-marine des affleurements connus sur le plateau de Cordouan et au rocher Saint-Nicolas (68).

En 1925, le « *Pourquoi-Pas?* » fut envoyé en mission dans le golfe de Gascogne. Il eut à effectuer des sondages dans la région où des grands fonds avaient été signalés à tort. Les dragages géologiques effectués dans le fond du golfe, du côté de la fosse du cap Breton, furent gênés par l'épaisseur considérable de la vase. Mais plus au Nord, au large de la « vasière » du golfe, les fonds furent reconnus favorables à l'étude géologique. J'ai signalé dans cette région à la station 1.083, par 140 m. de profondeur (carte XVII, p. 263 et Appendice, p. 264), un affleurement de faluns miocènes (67). Au voisinage de Lorient, nous avons dragué de nombreux échantillons de calcaires éocènes fossilifères, ce qui confirmait le résultat d'observations faites à terre : en effet, l'année précédente, j'avais recueilli sur le polygone de Gâvre de nombreux blocs de calcaires éocènes rejetés par la mer et émis l'hypothèse que des affleurements yprésien et lutétien existaient au large (62, 63). Enfin une formation intéressante, paraissant d'âge quaternaire, a été découverte à l'Ouest des Glénans (stations 1.050, 1.051, 1.088, p. 262) ; il s'agit d'un poudingue contenant des débris de coquilles et des blocs anguleux de roches primaires : les éléments du poudingue ont une surface patinée.

L'étude de la falaise du plateau continental n'a pu être abordée faute de temps ; cette étude pourrait être féconde en résultats scientifiques. La présence de buissons de coraux le long de la pente semble prouver que la roche affleure souvent et qu'il est possible de l'étudier par dragage.

ATLANTIQUE PROFOND

Les dépôts du fond de l'Atlantique ont été étudiés par les savants du «*Challenger*» (1873-1875), du «*Talisman*» (1883), du «*Valdivia*» (1898) et de plusieurs autres expéditions océanographiques. D'après les résultats du «*Challenger*» (159), il est rare de trouver des blocs rocheux à une profondeur dépassant quelques centaines de brasses : exceptionnellement les glaces flottantes ont pu entraîner des blocs à une grande distance vers le large. Parmi les échantillons recueillis un certain nombre ont présenté des *stries glaciaires*.

Les matériaux géologiques du «*Talisman*» ont été décrits par Fouqué et Michel Lévy (100). La plupart proviennent des profondeurs de 4.000 à 5.000 m. Ces matériaux comprennent des roches cristallines et sédimentaires extrêmement variées dont quelques-unes sont polies par les glaces. A. Milne Edwards (152) s'exprime ainsi à leur sujet : « Mais ce qui nous surprit davantage, ce fut de trouver à une distance de plus de 700 milles des côtes de l'Europe des cailloux polis et striés par les glaces ; la netteté des stries ne permet pas d'admettre un transport par les courants ; la présence de ces cailloux est probablement due à l'action des glaces flottantes qui, à l'époque quaternaire, s'avançaient plus loin vers le Sud que de nos jours et qui, en venant fondre dans cette partie de l'Atlantique comprise entre les Açores et la France, laissaient tomber sur le fond les pierres arrachées au lit des glaciers qu'elles avaient charriées jusque-là. »

Ce sont encore des roches transportées par les glaces qui ont été trouvées par le «*Michaël Sars*» au large des Canaries (station 48), au Sud des bancs de Terre-Neuve (station 70) ; au large de Gibraltar (station 23), à 664 brasses, on a observé des coquilles vides de Lamellibranches, quelques-unes perforées par des Gastropodes : il semble que cette région ait été soumise à un affaissement (165, 166).

ATLANTIQUE NORD AU VOISINAGE DE LA COTE AMÉRICAINE

Cette région a fait l'objet d'études importantes. Il faut signaler le travail déjà ancien de M. THOULET (197 *bis*) sur la structure et la genèse des bancs de Terre-Neuve. L'origine de ces bancs si fréquentés par les pêcheurs a beaucoup intrigué les océanographes. M. THOULET a étudié avec précision le relief sous-marin des bancs et la nature lithologique des dépôts ; il a montré l'importance du transport des roches par les glaces côtières. Il s'exprime ainsi à ce sujet : « Les débris formant les bancs sont apportés non par les icebergs, mais par les glaces marines côtières provenant des rivages voisins, arrêtées par les remous des trois courants et fondues au contact des eaux plus chaudes ».

Dans la même région, le géographe JOHNSON a appliqué aux fonds sous-marins les méthodes d'étude du relief terrestre. Il a montré que le golfe du Maine (119) est formé par une ancienne « dépression périphérique de plaine côtière submergée ». L'importance du mouvement positif correspondant à cette submersion serait de plus de 1.200 pieds. JOHNSON fait état, dans ses travaux, des roches fossilifères (grès et calcaires) qui ont été recueillies sur les bancs par les pêcheurs. Une collection de ces roches a été attribuée par VERRIL à la fin de l'époque tertiaire. JOHNSON est également l'auteur d'un traité concernant la morphologie côtière (118).

En 1925, DALL (56) a publié une note sur des fossiles tertiaires dragués au large de la côte Nord-Est de l'Amérique du Nord.

ATLANTIQUE NORD AU VOISINAGE DE LA COTE EUROPÉENNE

C'est dans cette région qu'ont eu lieu, en 1868 et en 1869, les célèbres explorations sous-marines du «*Lightning*» et du «*Porcupine*». Depuis cette époque de nombreux navires océanographiques ont sillonné ces parages. Le *plateau continental* y possède un développement considérable ; à sa surface, ou dans son voisinage, se trouvent des *hauts-fonds* intéressants à divers points de vue : la « crête Wywille Thomson », située entre l'Écosse et les Faröe, sépare deux domaines hydrologiques différents ; l'archipel basaltique des Faröe est prolongé vers le Sud-Ouest par une série de bancs (bancs des Faröe, banc Bill Bailey, Lousy bank) fréquentés par les pêcheurs de morue ; au Sud se trouve le banc de Rockall, long de 150 milles, bien connu des chalutiers écossais ; sur ce banc se dresse un îlot granitique de 21 m. de hauteur très dangereux pour la navigation. On connaît encore d'autres bancs au large de l'Irlande : le banc du Porcupine, le Jones bank, etc...

Il est d'un intérêt scientifique considérable de connaître la nature géologique de ces différents bancs et du plateau continental.

En 1880, l'expédition du «*Knight Errant*» (131) a exploré la région comprise entre l'Écosse et les Faröe. De nombreux échantillons de roches ont été recueillis sur la « crête Wyville Thomson ». Cette ride sous-marine est-elle formée de roches anciennes comme en Écosse, de roches volcaniques récentes ou bien représente-t-elle les débris d'une moraine submergée ? Les renseignements obtenus font croire que la dernière hypothèse est la bonne : en effet les roches examinées montrent un assemblage analogue à celui d'une moraine. Elles comprennent surtout des types lithologiques qu'on peut trouver au Nord de l'Écosse, et, fait capital, quelques-unes portent des stries glaciaires.

En 1897, G. COLE a publié une monographie détaillée du banc de Rockall (52) ; quelques spécimens de roches basaltiques ont été recueillis ; DAVID FORBES (98), en examinant les matériaux du «*Porcupine*» avait émis l'hypothèse que les blocs de basalte trouvés dans cette région pro-

venaient d'Islande ou de Jan Mayen. Mais d'après les recherches de Cole le banc de Rockall représente les restes d'un plateau basaltique submergé. En 1910, G. Cole et Crook (53) publient un important travail sur les roches draguées au large de la côte d'Irlande ; des affleurements de roches crétacées ont été découverts au Sud de l'Irlande ; au voisinage de Rockall, les dragages ont surtout ramené des roches éruptives.

Les échantillons recueillis par le « *Knight Errant* » en 1880, par le « *Triton* » en 1882 et par le « *Michaël Sars* » en 1910 ont été étudiés par Peach (165) qui en a tiré d'importantes conclusions pour la géologie de cette partie de l'Atlantique Nord. D'après les matériaux dragués par le « *Triton* » et le « *Knight Errant* », une partie de la ride Wyville Thomson semble être de même nature qu'une moraine de fond : les blocs glaciaires devaient se trouver englobés dans une véritable *argile à blocaux* qui a été lessivée par les courants. Ces dépôts ont été probablement formés par la grande masse de glace partant du Nord de l'Écosse, reliée à celle de Scandinavie. Les principales formations représentées sont les gneiss lewisiens, c'est-à-dire les gneiss archéens du Nord-Ouest de l'Écosse, les grès torridoniens (ou algonkiens), les quartzites cambriens, les grès de l' « Old Red Sandstone » ; tous ces types de roches existent dans le Nord de l'Écosse. Quant aux calcaires et aux craies jurassiques et crétacés, ils sont connus en place sur la côte orientale d'Écosse et se prolongent sous la Mer du Nord.

A la station 3 du « *Knight Errant* » on a trouvé des coquilles vides de Mollusques qui habitent les eaux peu profondes, ce qui fait penser à un affaissement important de cette région. Cette hypothèse est, d'ailleurs, confirmée par la présence de tourbes submergées au Nord de l'Écosse, par l'absence de plages soulevées aux Faröe, par l'extension sous-marine des fjords d'Islande. Nansen a trouvé des bancs de coquilles vides à une grande profondeur entre l'Islande et Jan Mayen.

Au voisinage du banc de Rockall (stations 100 et 101 du « *Michaël Sars* »), ont été recueillis des matériaux distribués par les glaces : un bloc de « Vieux Grès Rouge » et des fragments de verre volcanique brunâtre. La station 95 du « *Michaël Sars* » a fait l'objet d'une longue description : cette station est située à 230 milles environ au Sud-Ouest de l'Irlande et la profondeur y est de 5.886 pieds. On a recueilli plus de 200 échantillons dont un grand nombre ont été moulés et striés par les glaces. Les blocs se trouvaient partiellement enfouis dans les sédiments, la partie externe étant couverte par le bios et enduite d'oxyde de manganèse ; plusieurs portent des nids d'argile à grains de quartz qui rappelle l'argile à blocaux ; il est probable que leur accumulation date de l'époque glaciaire. Les matériaux apportés par l'intermédiaire de l'homme sont nombreux (scories, charbon) ; cette station se trouve, d'ailleurs, sur le trajet des bateaux qui se rendent en Amérique. Un échantillon très différent des autres a été spécialement décrit par lady Robert (186) ; il s'agit d'un bloc de syénite néphélinique qui dérive peut-être d'un affleurement inconnu de l'Irlande occidentale ou de l'Écosse ; les gisements de syénite néphélinique sont relativement rares dans le bassin atlantique.

En 1921 sont étudiés les échantillons recueillis par le « *George Bligh* » entre le banc des Faröe et Rockall (38). D'après le professeur G. Cole (38), le mélange des roches ne permet pas de formuler une conclusion quant à la nature du fond, car il est dû aux phénomènes glaciaires.

A plusieurs reprises, le « *Pourquoi-Pas ?* » a effectué des dragages géologiques dans l'Atlantique Nord (1921, 1922, 1924, 1927) ; M. Lacroix a pu étudier spécialement la constitution du banc de Rockall (132) : parmi les échantillons récoltés en 1922, 95 % des blocs sont de nature basaltique ; on trouve, en outre, des trachytes et des granites alcalins analogues au granite du récif ; le plateau de Rockall est donc formé en majeure partie par des nappes basaltiques. En 1924, nous avons recueilli de nombreux échantillons géologiques (65) ; sur le banc du Porcupine

(station 506) nous avons trouvé des blocs anguleux de basalte ; les cailloux d'une autre nature sont très rares et de petite taille ; sur le banc de Rockall, la drague a ramené, comme les années précédentes, d'énormes blocs de basalte ; enfin, sur le banc « Bill Bailey », ce sont encore les cailloux de basalte qui dominent.

Les grands bancs du large sont donc formés de *nappes basaltiques*, comme les Faröe et l'Islande, parfois traversées par des intrusions granitiques (Rockall) analogues à celles qui se montrent dans les gabbros et les basaltes tertiaires des Hébrides. En beaucoup de points de l'Atlantique Nord, le fond est occupé par des *dépôts glaciaires* représentant des moraines submergées ou des formations accumulées par les glaces flottantes anciennes ou actuelles. Les observations faites témoignent d'un affaissement considérable de cette région qui explique en particulier la submersion des fjords des Faröe et de l'Islande. Par suite de la dissolution des organismes calcaires ou par suite de l'action intense des courants qui balaient le fond jusqu'à une grande profondeur, les sédiments actuels ne forment parfois qu'un mince revêtement masquant à peine le substratum. C'est là une condition très favorable à l'étude de la géologie sous-marine qui a déjà donné dans cette région des résultats importants.

MER BALTIQUE

Les savants scandinaves se sont fréquemment occupés de la nature lithologique et géologique des dépôts qui couvrent le fond de la Mer Baltique et des passes situées entre cette mer et la Mer du Nord. Les masses de glace qui ont envahi pendant le Quaternaire les îles danoises et le Jutland ont laissé au fond de la mer des témoins de leurs moraines. Elles ont parfois entraîné des blocs rocheux provenant de cette région pour les amener vers le Sud où ils sont connus à l'état de galets striés. Les variations de niveau qui se sont produites pendant le Quaternaire ont donné naissance aux vallées submergées ; des bancs de tourbe se trouvent actuellement enfouis sous la mer. On trouve de nombreux renseignements concernant la lithologie et la géologie sous-marines dans les travaux de l'océanographe Petersen (168), de l'algologiste Rosenvinge (187) qui a fait de nombreux dragages autour des îles danoises et noté pour chacun d'eux la nature des dépôts : il signale un grand nombre de bancs pierreux sous-marins, des fonds d'argile glaciaire et d'argile tertiaire.

Il est intéressant de signaler que dans le Limfjord on a exploité sous la mer par dragages des concrétions calcaires d'âge éocène (79).

MER DU NORD

Les observations de géologie sous-marine relatives à la Mer du Nord sont assez nombreuses : les dragages y sont faciles par suite de la faible profondeur ; d'autre part, cette mer est très fréquentée par les pêcheurs qui ont souvent ramené dans leurs filets des échantillons intéressants (191).

De même que dans les régions voisines, les formations quaternaires occupent certainement une place importante au fond de la Mer du Nord. Déjà, en 1865, Jamieson (116) a signalé l'existence de *coquilles subfossiles* au large du comté d'Aberdeen ; d'après lui, ces coquilles appartiendraient à des bancs glaciaires sous-marins. Au large des côtes de Flandre existent de curieux *bancs pierreux* dont l'origine a beaucoup intrigué les savants belges : ils sont formés d'un amoncellement de blocs divers : granite, diorite, grès, calcaire, silex, etc... Ils ont été étudiés par Van

Beneden au cours des recherches entreprises à la station biologique d'Ostende (213) et par Renard (183). Ce dernier savant ne cache pas les difficultés qu'il a rencontrées au cours de cette étude : « Nous avons dit ailleurs les difficultés que présente la détermination géologique des pierres draguées sur le fond de la mer ; ces roches sont souvent profondément altérées par les agents de transport et par l'action chimique de l'eau de mer ; elles sont hors de leurs relations stratigraphiques, mélangées pêle-mêle à des blocs d'âge et de composition entièrement différents. D'un autre côté dans un même gisement de blocs sous-marins, on en trouve dont le mode de transport est aussi énigmatique que le lieu d'origine. » Ces constatations pourraient s'appliquer à plus d'une de nos stations de la Manche. Renard admet finalement que les roches cristallines dérivent du *Massif armoricain*, tandis que les roches secondaires proviennent des falaises les plus voisines de Belgique et du Pas-de-Calais. Une collection de ces roches a été recueillie depuis par M. Gilson et conservée au Musée Royal d'Histoire Naturelle de Bruxelles. Des bancs analogues existent sur la côte anglaise au Nord et au Sud de l'estuaire de la Tamise, où ils sont signalés sur les cartes marines.

Le Dogger Bank est formé en grande partie d'argiles et de tourbes quaternaires couvertes d'une couche plus ou moins épaisse de sédiments actuels : de nombreux échantillons en ont été recueillis par des chalutiers. On y a même trouvé divers ossements de Mammifères quaternaires et aussi un banc contenant des blocs striés par les glaces ; les principales études faites à ce sujet sont celles de Stather (193), de Reid (181), de M. Dubois (87). Des faits analogues ont été signalés en d'autres points de la Mer du Nord ; on a trouvé de nombreux ossements quaternaires au large du Texel (Legraye, 142) et dans les parages du Pas-de-Calais, en particulier des *dents de Mammouth* (191). Les tourbes sous-marines sont fréquentes au voisinage des côtes.

En ce qui concerne les autres terrains, il faut signaler les blocs de calcaire fossilifère recueillis par un chalutier au large de Buchan Ness ; ces blocs, qui ont été étudiés par Newton (161), appartiennent sans doute au « Coralline Crag ». Des fossiles tertiaires (valves de *Cardita planicosta*, Nummulites...) sont dragués fréquemment au large des côtes belges. Des études lithologiques détaillées ont été faites en certains points de la Mer du Nord par Van Mierlo (214), Gilson (102) ; leurs résultats intéressent naturellement la géologie sous-marine.

J'ai fait, en 1927, une croisière en Mer du Nord à bord du « *Pourquoi-Pas ?* » ; un certain nombre de dragages géologiques ont été effectués sur les bancs de Flandre et sur le Dogger bank. Nous avons trouvé en deux points des fragments de tourbe : au voisinage du banc Schouwen et au large du Texel. Un gros bloc de roche cristalline transporté par les glaces a été recueilli sur le banc Ruytingen. J'ai remarqué la présence fréquente de *coquilles patinées* paraissant subfossiles (stations 2.110, 2.111, p. 270).

MANCHE

Les premières découvertes de fossiles au fond de la Manche nous reportent à une époque éloignée. Un dragage effectué en 1857 au Sud des îles Scilly par Woodward et Andrew (222) rapporta du sable contenant de petites *Nummulites*. En 1859, Ansted (2) donna à Rupert Jones des Nummulites assez roulées recueillies au large de Guernesey et d'autres Foraminifères parmi lesquels des *Alvéolines*. En 1865 Gwyn Jeffreys (117 *bis*) a dragué dans la région des îles anglo-normandes des coquilles éocènes appartenant aux genres *Potamides*, *Terebratula*, *Discorbina*. Il est intéressant de constater que le « *Pourquoi-Pas?* » a précisément retrouvé des Nummulites à l'entrée occidentale de la Manche et dragué de beaux échantillons de roches éocènes au voisinage de Jersey et de Guernesey. Rupert Jones et Parker (121) ont étudié en 1876 les Foraminifères recueillis en Manche; ils ont cherché à interpréter l'origine de ces gisements sous-marins et ont conclu : « at all events the facts are suggestive of further research ».

En 1875 et 1876, à l'occasion du projet de tunnel sous la Manche, eurent lieu d'importants travaux de géologie sous-marine. La zone explorée s'étendait en travers du détroit, de Sangatte à Douvres. Les recherches dirigées méthodiquement par Potier et de Lapparent (3) ont consisté à déterminer par sondage l'affleurement précis des différentes couches de craie. Les milliers de sondages effectués en deux campagnes ont permis de rapporter un grand nombre d'échantillons de fond déterminables et de tracer une véritable carte géologique sous-marine reliant les côtes française et anglaise. De chaque côté du détroit on a reconnu l'existence de plis assez marqués tandis qu'au centre les couches sont parfaitement régulières. Grâce aux méthodes de la géologie, on pouvait entrevoir la possibilité de creuser le tunnel.

Cette région a attiré l'attention des savants à d'autres points de vue : on a cherché à retracer l'histoire du Pas-de-Calais (107) pendant le Quaternaire et à déterminer la date de sa dernière submersion ; les ossements de mammouths et d'autres Mammifères dragués dans ces parages ont provoqué de nombreuses études, ainsi que les *roches exotiques* trouvées sur les bancs du large et dans les cordons littoraux anciens ou actuels.

En 1890 de nouveaux sondages ont été exécutés dans le Pas-de-Calais par Renaud, ingénieur hydrographe ; ils ont surtout permis d'explorer la zone des affleurements wealdiens et jurassiques entre le cap Gris Nez et Folkestone. Une carte parue en 1891 (184) résume l'état de nos connaissances géologiques sur le fond du détroit : elle met en évidence l'existence d'anticlinaux intéressant les couches jurassiques, qui ont donné naissance aux bancs du « Varne » et du « Colbart ».

De 1888 à 1889, Hallez (108) a étudié toute la partie Sud du détroit comprise entre Boulogne, la baie d'Authie et Dungeness : les nombreux dragages effectués à l'aide du bateau de la station maritime de Wimereux lui ont permis de faire une collection systématique d'échantillons géologiques. Il a reconnu qu'un grand nombre de bancs du large étaient constitués par des affleurements de calcaires et grès portlandiens. D'autre part, il a observé que les blocs de roches primaires et principalement de roches cristallines étaient abondants dans certaines régions, formant de véritables traînées près de la Bassure de Baas. D'après lui, ces roches cristallines, granites, diorites, porphyres, qui rappellent celles de la Bretagne et du Cotentin, doivent avoir été amenées par les glaçons côtiers de l'époque quaternaire, comme les blocs signalés au large d'Ostende.

A l'autre extrémité de la Manche, les savants anglais ont peu à peu exploré les fonds situés au large des côtes du Devon et de la Cornouaille, signalant l'existence de roches cristallines et aussi d'affleurements triasiques et liasiques. Beaucoup de renseignements intéressants ont été fournis par les pêcheurs. Il faut signaler la série de notes de géologie sous-marine publiées par A.-R. Hunt de 1879 à 1890 (113, 114), plusieurs travaux de R.-N. Worth (224, 225) sur les roches triasiques draguées au voisinage du cap Lizard. La contribution la plus importante à l'étude géologique de cette région a été apportée par les campagnes de dragage organisées par le directeur du Laboratoire maritime de Plymouth. Les dragages eurent lieu en 1906, à bord de l'« *Oithona* », au Sud-Ouest du phare d'Eddystone. La première campagne avait pour but l'étude de la faune profonde de la Manche en liaison avec celle des dépôts marins ; mais les résultats géologiques furent si encourageants qu'on décida de délimiter l'étendue des *zones pierreuses* pendant les campagnes suivantes. Peu à peu les engins de dragage se perfectionnèrent et les roches furent recueillies en nombre considérable. Crawshay (55) a décrit dans un long rapport la méthode de dragage, la distribution et l'allure des dépôts sur le fond, la texture des sédiments mélangés aux roches. H. Worth a été chargé de l'étude géologique proprement dite (226). Il a examiné les échantillons au point de vue pétrographique et paléontologique, et fait connaître un grand nombre de gisements primaires, triasiques, liasiques et crétacés. Il en a tiré d'importantes conclusions concernant l'histoire géologique de la Manche.

Il faut noter que l'existence de gisements crétacés et tertiaires dans la Manche occidentale a été prévue depuis longtemps par l'examen des matériaux recueillis au voisinage des côtes. Lebesconte a étudié en 1881 (140) les fossiles tertiaires et les silex apportés par la mer sur les plages bretonnes : d'après lui, ces échantillons ne pouvaient provenir du délestage. Dans une importante étude sur les fonds et la faune de la Manche occidentale, Pruvot (172) a signalé, sur la côte de Roscoff, des blocs roulés de calcaire étranger au pays et des silex. En 1912, M. Lemoine a résumé (143) l'état de nos connaissances sur la géologie du fond des mers, dans la Manche et dans l'Atlantique Nord. Il a lui-même recueilli en 1906, au large de Roscoff, au « Trou aux Raies », un bloc de calcaire contenant des débris de *Cerithium*. M. J. Bourcart (33) a ramené de la même région plusieurs échantillons de calcaire contenant *Nummulites nummiformis* Defr. Sur la côte normande, M. Bigot a signalé des faits analogues (22).

Ainsi, avant les croisières du « *Pourquoi-Pas?* », on avait des renseignements précis sur la constitution géologique du Pas-de-Calais et de la région située au Sud de Devon et de la Cornouaille anglaise ; on savait que les couches de craie se continuent d'une façon régulière de Sangatte à Douvres et on avait pu tracer sur le fond les limites de leurs affleurements ; les pêcheurs avaient recueilli dans leurs filets des ossements divers ; on savait que l'ossature des bancs sous-marins, parallèles à la côte dans le Sud du Pas-de-Calais, était constituée par des bombements de calcaires jurassiques et que quelques-uns de ces bancs étaient couverts de blocs de roches primaires. Enfin, les recherches des savants anglais nous avaient appris qu'en pleine région primaire, au large de Start Point et de Lizard, se trouvaient des affleurements plus ou moins étendus de Trias, de Lias et de Crétacé, et que les couches triasiques s'étendaient au delà du Lias vers l'Ouest. Mais, entre ces deux régions extrêmes s'étend la plus grande partie de la Manche sur laquelle on ne possédait que quelques renseignements épars : fossiles tertiaires dragués à l'entrée de la Manche, dans le Trou aux Raies, près de Guernesey, roches crétacées ou éocènes apportées par la mer sur les plages bretonnes ; beaucoup pensaient même que ces derniers matériaux étaient sans valeur et qu'ils provenaient du transport par l'homme.

Les recherches faites à bord du « *Pourquoi-Pas?* » ont largement étendu nos connaissances sur la géologie du fond de la Manche.

LES CROISIÈRES DU « *POURQUOI-PAS ?* » DANS LA MANCHE

Les travaux de M. Lemoine, les recherches, poursuivies par Ferronnière au large de Nantes, avaient déjà attiré l'attention du commandant Charcot sur l'intérêt qu'il y aurait à recueillir des roches sous-marines. Les demandes faites par les professeurs Daniel et Kerforne, pour le premier à la suite de ses recherches à Erquy (73), décidèrent le commandant Charcot à effectuer des dragages dans le golfe normano-breton, c'est-à-dire dans la région comprise à l'Est de la courbe bathymétrique de 60 m., entre Paimpol et le cap de la Hague. Plus tard, encouragé par le succès des premières recherches, il résolut d'entreprendre systématiquement l'étude géologique de toute la Manche.

1921

(Appendice, p. 216).

Stations 15 a 67. — Carte I (p. 22).

Le commandant Charcot a inauguré sa méthode de dragage sur le plateau de Rockall pendant la première partie de la campagne : de beaux échantillons de basalte furent récoltés et soumis à l'examen de M. Lacroix. Au retour, une trentaine de dragages furent effectués dans la Manche occidentale, principalement dans le golfe normano-breton et au voisinage de la Fosse centrale (46). M. Hamel, assistant au Museum, put récolter une grande quantité d'échantillons qui furent partagés entre les laboratoires du Museum et de Rennes. MM. Lemoine et Abrard (144) étudièrent les échantillons de calcaire éocène, de craie et de silex ; ces derniers ont été trouvés avec une abondance particulière dans la Fosse centrale. M. Kerforne et moi-même (129) nous avons examiné les roches paléozoïques et montré la répartition des grès feldspathiques dans le golfe normano-breton.

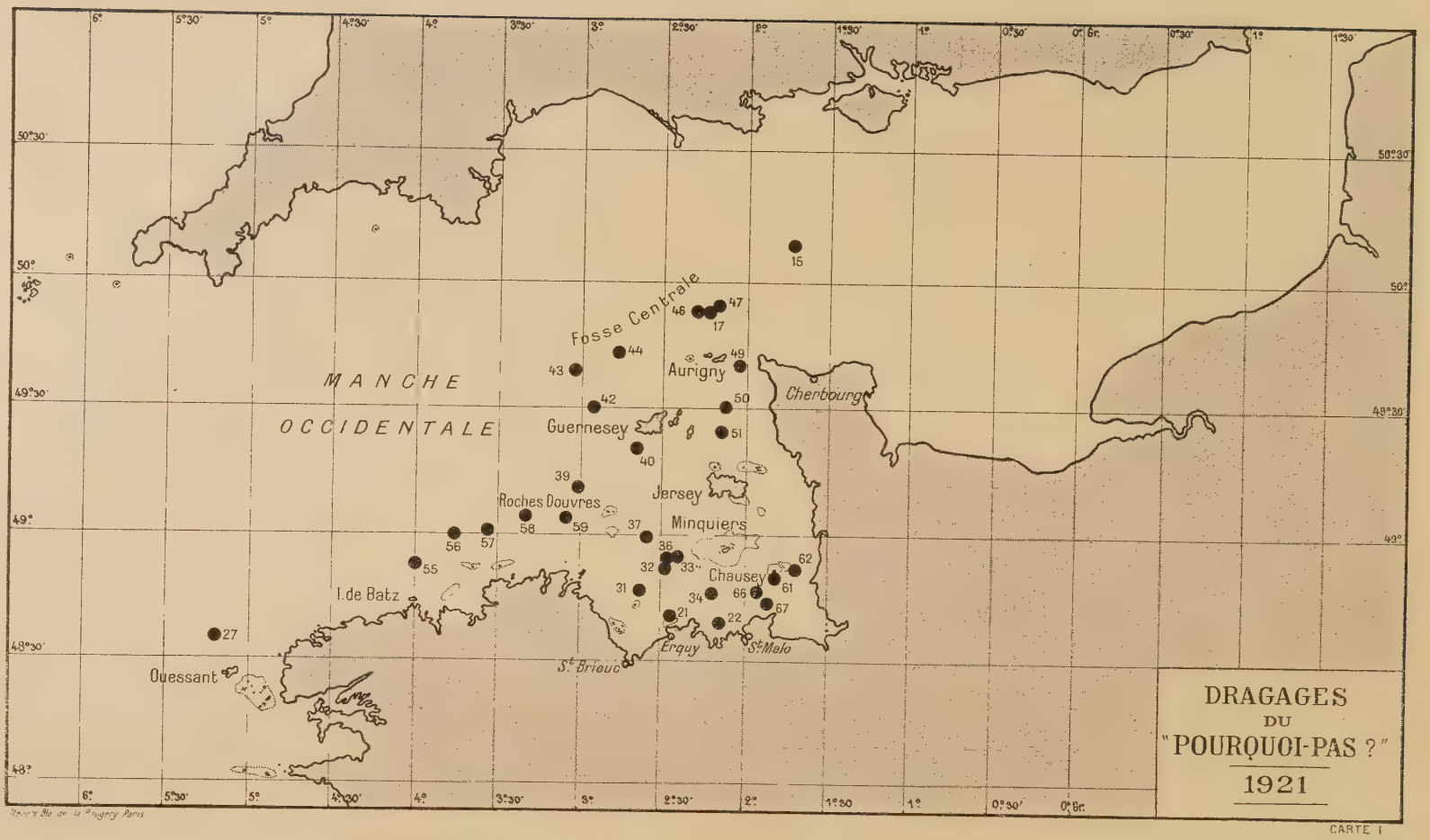
Les résultats obtenus pendant cette première campagne de dragages furent assez importants pour permettre à M. Lemoine de s'exprimer ainsi : « c'est toute une nouvelle branche de l'océanographie avec des applications multiples, qui s'ouvre devant nous et que les études de Ferronnière au large de Nantes et les recherches du docteur Charcot en pleine Manche viennent d'inaugurer (46) ».

1922

(Appendice, p. 218).

Stations 211 a 270. — Carte II (p. 24).

Cette campagne est celle qui a donné le plus de résultats ; c'est, en effet, en 1922 qu'on a découvert les gisements éocènes du golfe normano-breton et le Lias du Nord de Cherbourg. La méthode de dragage, bien mise au point l'année précédente, s'est montrée particulièrement efficace. Nous avons parfois ramené plus de 500 pierres dans le même coup de drague. Une soixantaine de stations ont été effectuées, les unes échelonnées transversalement à l'axe de la Manche, de Lyme Bay à Cherbourg, du cap Lizard à la baie de Saint-Brieuc, de l'île de Wight à Fécamp, les autres alignées parallèlement à la côte anglaise au large de Start Point, et à la côte bretonne près de Saint-Quay. La baie de Saint-Brieuc fut longuement visitée par suite de la découverte de roches fossilifères éocènes ainsi que la région située au Nord de Cherbourg qui a fourni des *Ammonites* intéressantes.


MANCHE
OCCIDENTALE
Fosse Centrale
Aurigny
Guernesey
Jersey
Roches Douvres
Minquiers
Chausey
I. de Batz
Ouessant
Cherbourg
Erquy
St Malo
St Brieuc
15
17
27
39
40
42
43
44
46
47
49
50
51
55
56
57
58
59
61
62
66
67
DRAGAGES
DU
"POURQUOI-PAS ?"
1921
CARTE I

Les résultats de cette campagne ont donné lieu à la publication de plusieurs notes (58, 59). Les Ammonites ont été déterminées par MM. Kilian et Blanchet qui ont reconnu l'existence de quatre niveaux différents du Lias (130). Dans une note à la Société Géologique de Bretagne (60), j'ai montré jusqu'à quelle profondeur se faisait sentir l'action des courants et aussi celle des animaux perforants qui produisent une véritable *érosion sous-marine*. J'ai expliqué la présence à une grande profondeur, de certains amas pierreux par l'intervention de courants anciens et de glaces flottantes.

Désormais il semblait possible de commencer l'établissement d'une véritable carte géologique sous-marine.

1923

(Appendice, p. 227).

Stations 385 à 430. — Carte III (p. 25).

Pendant la campagne de 1923, nous avons cherché à combler les vides laissés par les croisières précédentes. Malheureusement, le mauvais temps gêna considérablement les opérations et il fallut laisser de côté l'étude de l'entrée occidentale de la Manche ainsi que celle de la région comprise entre le cap d'Antifer et Brighton. Les zones explorées furent les suivantes : Cherbourg-Wight, la baie de Seine-Dieppe, Dungeness-Boulogne. On a dragué de nouveau au voisinage de Jersey et de Guernesey, à cause de l'importance des gisements éocènes. En tout, 46 dragages furent effectués. Ils ont permis de découvrir de nouveaux gisements triasiques, crétacés et éocènes et en particulier des amas de Nummulites en Manche orientale (61, 64).

Le pourtour des îles anglo-normandes est parsemé de roches éocènes ; les recherches faites en 1923 ont confirmé d'une façon décisive les observations des années précédentes : on a trouvé un gisement de calcaire à Alvéolines au Sud-Ouest de Jersey et de nombreux blocs de calcaire éocène au Sud-Ouest des Minquiers.

Enfin j'ai pu faire un certain nombre de remarques sur les formations quaternaires sous-marines : blocs de roches primaires, silex patinés.

1924

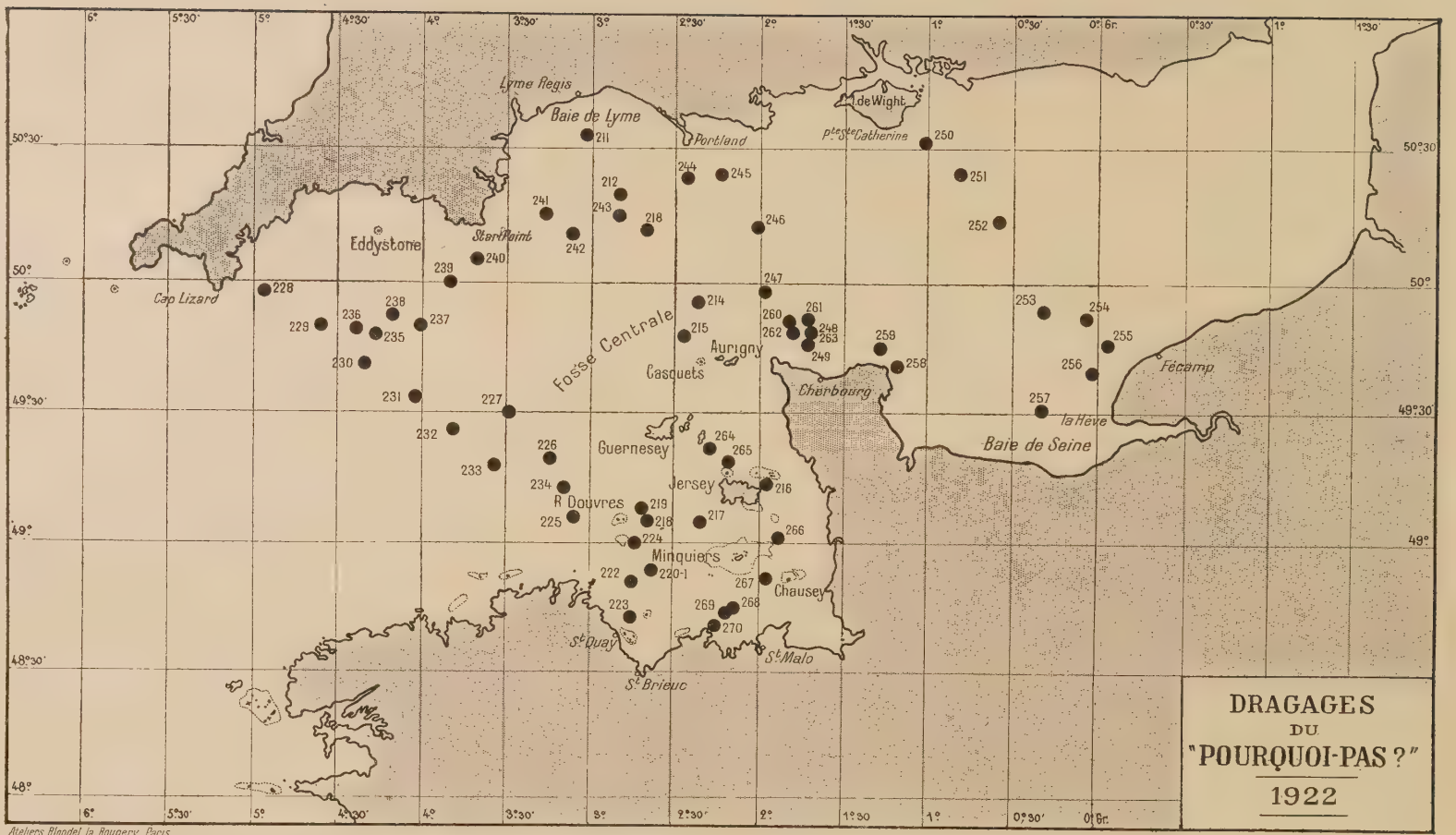
(Appendice, p. 236).

Stations 501, 502 ; 516 à 547. — Carte IV (p. 27).

Le « *Pourquoi-Pas ?* » au retour d'une croisière dans le Nord, a continué l'étude de la Manche en explorant surtout les régions qui n'avaient pas encore été visitées : celle comprise entre la côte du Finistère et la Cornouaille anglaise et celle qui s'étend entre Fécamp et Beachy Head.

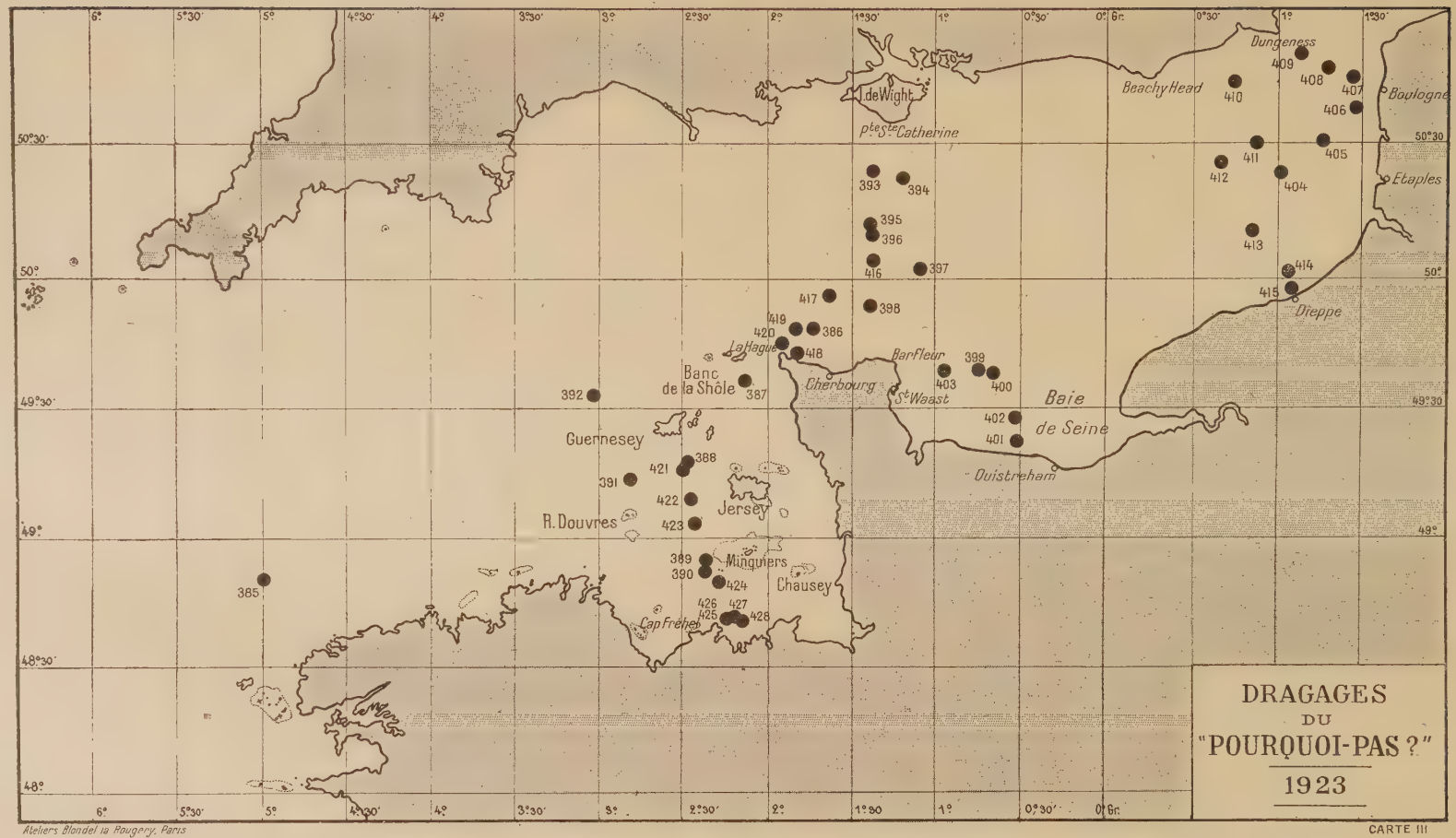
J'ai trouvé au voisinage du cap Lizard de nouveaux affleurements d'argiles permo-triasiques, plus au Sud de nombreux silex crétacés, en Manche orientale de nouveaux amas de Nummulites. Les blocs transportés par les glaces ont été recueillis en abondance.

A la fin de cette campagne on avait donc à peu près achevé de couvrir la Manche d'un réseau régulier de stations géologiques. Aussi ai-je pu publier en 1925 (66) une carte résumant les résultats obtenus, tandis que le commandant Charcot faisait paraître dans la *Revue Maritime* (49) une note sur la géologie du fond des mers, exposant en détail la méthode de dragage mise au point à bord du « *Pourquoi-Pas ?* », et décrivant les principaux appareils qui peuvent être utilisés avec succès pour les études lithologiques et géologiques sous-marines.



Ateliers Blondel la Rougery, Paris

CARTE II


DRAGAGES
DU
"POURQUOI-PAS ?"
1923
Dungeness
Beachy Head
Boulogne
Etaples
Dieppe
Barfleur
Cherbourg
St Waast
Baie
de Seine
Quistreham
La Hague
Banc
de la Sholle
Guernesey
Jersey
R. Douvres
Minquiers
Chausey
Cap Fréhel
I. de Wight
pte S.te Catherine
Ateliers Blondel la Rougery, Paris
CARTE III

1925

(Appendice, p. 241).

Stations 1.041, 1.094. — Carte V (p. 28).

Une première croisière eut lieu dans l'Atlantique Nord et une deuxième dans le golfe de Gascogne de sorte que deux dragages seulement furent effectués en Manche cette année-là. L'un d'eux au Nord de l'île de Batz a ramené des plaquettes de calcaire éocène à Foraminifères que l'on peut considérer comme « en place » ; l'autre au voisinage du plateau des Triagoz a permis de recueillir des blocs transportés par les glaces (67).

1926

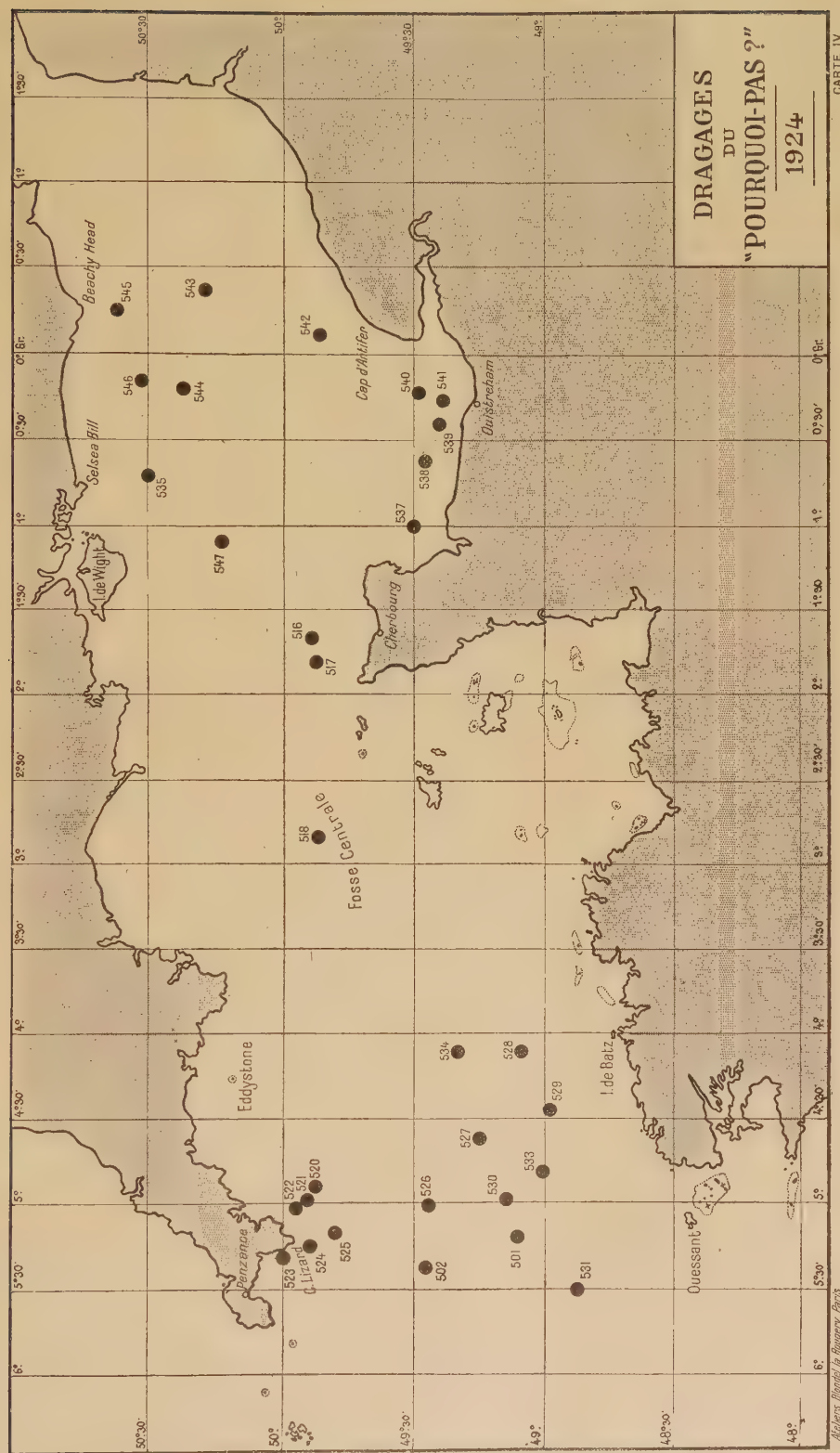
(Appendice, p. 242).

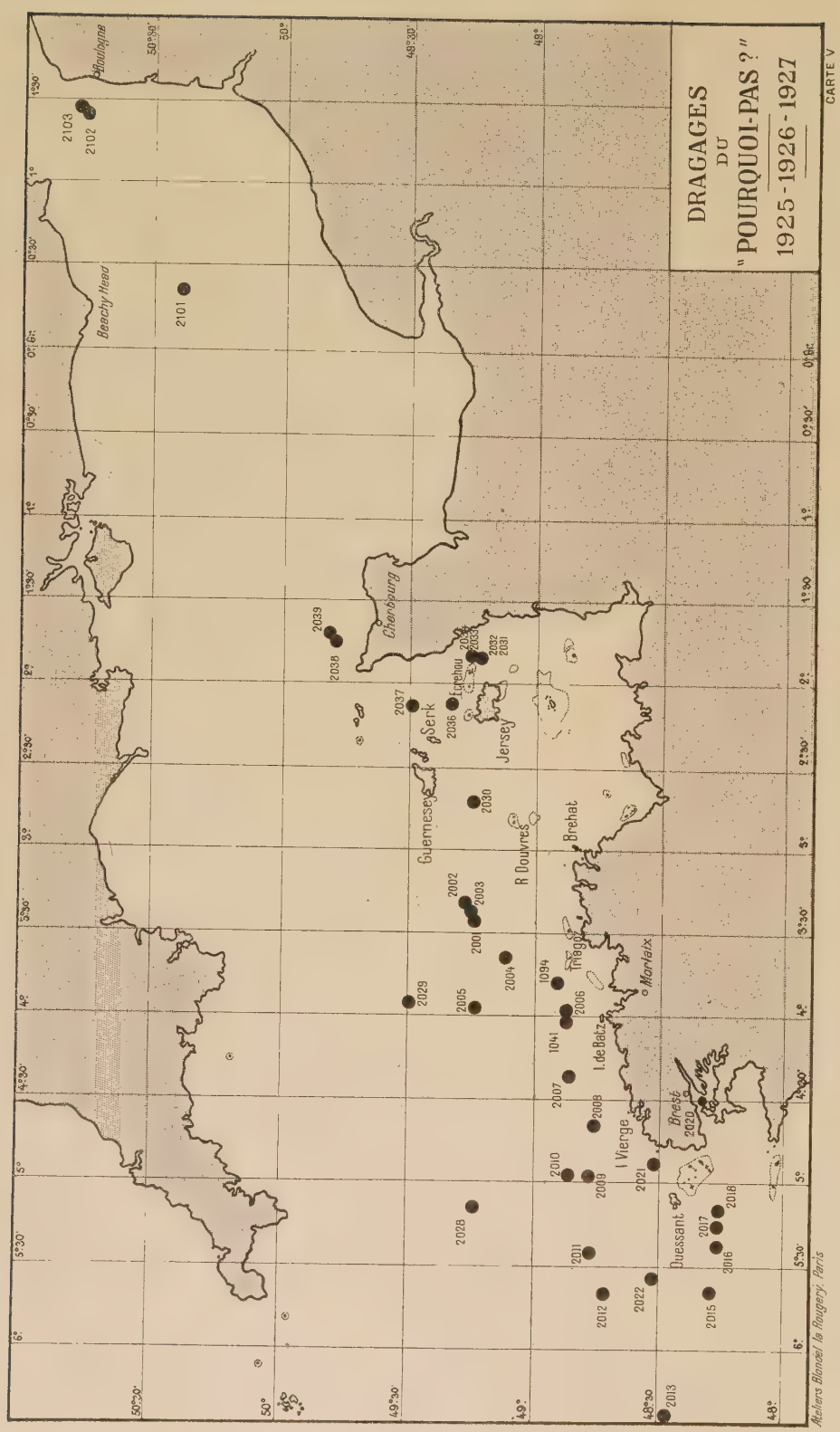
Stations 2.001 à 2.039. — Cartes V et XVIII (p. 28 et 27).

Pendant la première partie de la croisière, on étudia l'entrée occidentale de la Manche et les bancs situés au large d'Ouessant. Il y a là une vaste région que le mauvais temps nous avait constamment empêché d'explorer. Je pensais que cette région était susceptible de fournir de précieux documents au sujet de la migration de certaines espèces méridionales du Crétacé et du Tertiaire. Je désirais aussi vivement prolonger ma carte vers l'Ouest. Cette fois nous fûmes favorisés par les conditions météorologiques et, dans un temps très court, le nombre des stations effectuées fut considérable (70).

Le premier coup de drague a été donné le 25 juin au Nord-Ouest des Roches-Douvres, près du plateau sous-marin récemment étudié par le « *Gaston Rivier* » ; ce plateau situé à une cinquantaine de mètres de profondeur est entouré par des fonds de 70 mètres. Il semble constitué par des roches primaires sur lesquelles reposent des pierres, des graviers et des sables coquilliers. Les dragages suivants eurent lieu au large de la côte septentrionale de Bretagne. Cette série de dragages fut particulièrement fructueuse et les documents recueillis ont permis de prolonger la carte géologique jusqu'au large d'Ouessant. Après avoir récolté des sédiments actuels sur le banc Parsons, nous avons fait route sur Brest en effectuant cinq dragages dont l'un ramena, des parages d'Ouessant, de nombreuses petites Nummulites. En quittant Brest, nous avons étudié le banc couvert de sable coquillier qui a été signalé récemment à l'entrée du chenal du Four : il présente une analogie frappante avec le banc de la Schôle, situé à l'entrée du Raz-Blanchart. Ces deux bancs se trouvent dans une zone neutre où les courants, perdant brusquement leur vitesse, laissent tomber au fond les sédiments dont ils sont chargés. Nous nous sommes rendus ensuite sur le banc Shamrock qui se trouve à 85 milles au large d'Ouessant : quatre dragages furent faits sur le banc et à son voisinage, puis on rentra de nouveau en Manche en effectuant une série de stations dans le prolongement occidental de la Fosse centrale. Nous sommes arrivés à Saint-Malo après avoir dragué au Sud-Est de Guernesey. Les abords des îles anglo-normandes présentant un intérêt géologique exceptionnel, nous avons recueilli de nombreux échantillons au voisinage des Ecrehou et de Serk ; la brume nous empêcha d'aller draguer devant Carteret comme nous en avions l'intention. Deux derniers coups de drague furent donnés au Nord de Cherbourg, dans la région où l'on avait trouvé des Ammonites en 1922, ce qui porte à 39 le nombre des stations géologiques effectuées dans cette campagne de 15 jours.

Les documents recueillis ont permis d'ajouter à la carte géologique de la Manche une vingtaine de stations nouvelles ; cinq gisements nouveaux de Crétacé ont été repérés au large de la côte bretonne. Nous avons dragué des calcaires à Nummulites au Nord et au Sud d'Ouessant,


DRAGAGES
DU
"POURQUOI-PAS ?"
1924
CARTE IV
Beachy Head
Selsea Bill
I. de Wight
Cap d'Alifer
Ouistreham
Cherbourg
Fosse Centrale
Eddystone
Penzance
C. Lizard
I. de Batz
Ouessant
Ateliers Blondel la Rougery, Paris


DRAGAGES
DU
"POURQUOI-PAS ?"
1925-1926-1927
CARTE V
Boulogne
Beachy Head
Cherbourg
Guernesey
Serk
Jersey
Eperhou
R Douvres
Brehat
Triagoz
Ile de Batz
Ile Vierge
Brest
Ouessant
Morlaix
2101
2102
2103
2039
2038
2037
2036
2035
2034
2033
2032
2031
2030
2002
2003
2001
2004
2029
2005
1094
2006
1041
2007
2008
2010
2009
2021
2028
2011
2012
2022
2013
2020
2018
2017
2016
2015
Ateliers Blomeel la Rougery, Paris

ainsi que de nombreux échantillons de calcaire à Milioles au Sud de Guernesey et au voisinage des Ecrehou.

Enfin différents problèmes de lithologie sous-marine ont pu être abordés : celui de la répartition des Globigérines sur le fond à l'entrée de la Manche, celui de l'origine de la *glauconie* trouvée en abondance dans les sédiments ; si une grande partie de la glauconie provient de la désagrégation des sédiments crétacés et éocènes, il n'en est pas moins vrai qu'il existe de la glauconie se formant actuellement à l'entrée de la Manche, en particulier dans les Spirorbes et dans les fragments de test de Balanes.

1927

(Appendice, p. 249)

Stations 2.101 à 2.103 — Carte V (p. 28).

Cette année-là, le « *Pourquoi-Pas ?* » effectua une première croisière dans la Mer du Nord. Trois coups de drague ont été donnés en Manche sur le trajet de Cherbourg aux bancs de Flandre. Nous avons recueilli au Sud de Beachy Head des Nummulites et des silex cariés, au Nord-Ouest de Boulogne des blocs de roches primaires transportées par les glaces.

Pendant plusieurs années, l'étude géologique sous-marine de la Manche a donc été poursuivie méthodiquement. 215 dragages ont été effectués parmi lesquels plus de la moitié ont fourni des résultats géologiques intéressants. Ainsi s'est trouvé réalisé, grâce aux croisières du « *Pourquoi-Pas ?* », le premier travail d'ensemble concernant la géologie du fond d'une mer.

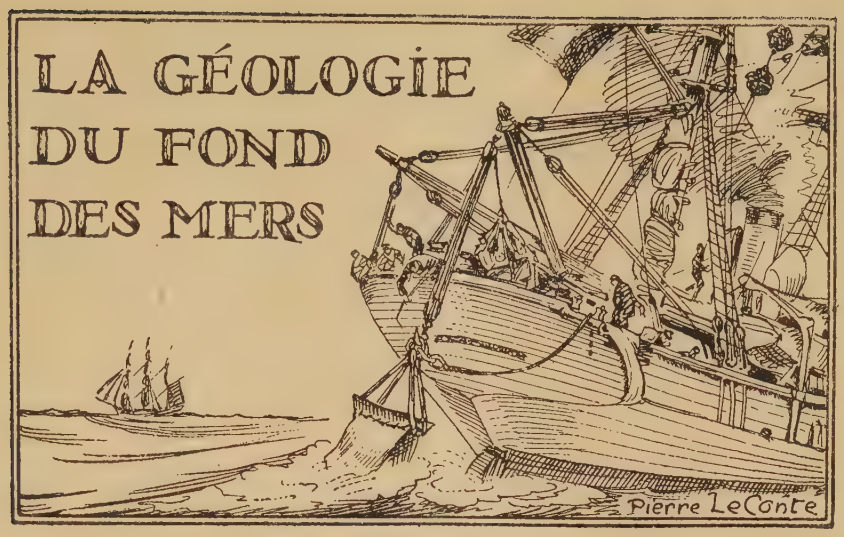


Fig. 6

CHAPITRE II

Méthodes

J'ai exposé dans ce chapitre quelques notions de navigation et d'océanographie indispensables pour bien montrer dans quelles conditions les observations publiées ont été faites. Il ne faudrait pas s'attendre à ce que notre carte géologique du fond de la Manche soit aussi précise qu'une carte faite à terre et cela pour les raisons suivantes : d'une part, la position des stations n'est souvent repérée qu'à quelques milles près ; d'autre part, la drague traîne quelquefois sur une distance de plusieurs centaines de mètres et ramène un mélange de roches qu'il n'est pas toujours facile d'interpréter. Cependant, en attendant qu'on puisse se procurer des échantillons à l'aide du scaphandre, on peut considérer que les résultats sont très encourageants.

J'ai naturellement parlé avec quelques détails de la méthode de dragage employée à bord du « *Pourquoi-Pas ?* » en la comparant à des méthodes différentes ; les autres engins océanographiques dont nous nous sommes servis ont également été décrits. Un des problèmes les plus importants à résoudre a été de déterminer quelles étaient les roches « en place » : aussi lui ai-je consacré plusieurs pages. J'ai insisté sur la question du transport des roches par les glaces flottantes : ces glaces, qui se produisent très rarement dans la Manche à l'époque actuelle, ont joué au contraire un grand rôle pendant le Quaternaire.

Le chapitre a été divisé de la façon suivante :

A. Détermination de l'emplacement des dragages et de la profondeur.
B. Sondages et dragages géologiques.
C. Récolte et examen des échantillons.
D. Comment reconnaitre les roches « en place ».

A. — DÉTERMINATION DE L'EMPLACEMENT DES DRAGAGES ET DE LA PROFONDEUR

Une série de mesures ont été effectuées pour chaque station : mesures de longitude, de latitude, de profondeur. Sans vouloir entrer dans des explications techniques qui sont du ressort des marins, il me paraît intéressant de rappeler comment se font les mesures à bord d'un navire et sur quel degré de précision on est en droit de compter en ce qui concerne les chiffres donnés.

Les officiers chargés des mesures, à bord des navires hydrographiques, obtiennent des résultats extrêmement précis et les cartes marines dressées par eux sont d'une exactitude étonnante. A bord du « *Pourquoi-Pas ?* » les mesures sont toujours effectuées avec un très grand soin par les officiers de quart, souvent par le commandant Charcot lui-même, mais il n'est pas possible de s'attacher à obtenir une précision semblable à celle des mesures hydrographiques, le but des croisières étant non pas de dresser des cartes marines au voisinage de la côte, mais de se livrer, par tous les temps et même la nuit, à des opérations océanographiques très variées exigeant parfois de longues manœuvres, et des déplacements considérables.

Emplacement des dragages. — Chaque fois que la côte est en vue, et que des points remarquables peuvent être visés du navire, la position du dragage est repérée avec une grande exactitude, l'erreur ne pouvant dépasser un demi-mille marin. Il serait facile d'ailleurs, s'il était nécessaire et si l'on avait le temps et la possibilité de mouiller chaque fois le navire, d'obtenir sa position à moins de 50 m. près.

Lorsque le navire se trouve au large ou que la côte est masquée par le brouillard ou par la pluie, la route est tracée *à l'estime* : la lecture du compas donne la direction à chaque instant, le loch indique la distance parcourue ; les cartes de courants permettent d'évaluer la dérive ; enfin la sonde fournit des indications complémentaires. Plusieurs fois par 24 heures, si les circonstances atmosphériques s'y prêtent, la position peut être calculée par certaines observations astronomiques : les unes permettant de trouver la longitude, les autres la latitude et de corriger ainsi les coordonnées estimées. Le navigateur se sert également de la télégraphie sans fil et bientôt il utilisera l'orientation par les ondes sonores.

Le « *Pourquoi-Pas ?* » est pourvu d'appareils perfectionnés de T.S.F. ; en 1925, on utilisa les mesures radiogoniométriques pour rechercher les prétendus hauts-fonds du golfe de Gascogne ; grâce aux indications transmises par les postes de Chassiron et d'Ouessant, il fut facile de se placer exactement dans la région où avait sondé le commandant du « *Loiret* » (voir, au sujet des hauts-fonds, le rapport préliminaire du commandant Charcot, 1925-26).

On ne peut donner que des indications très générales sur la précision obtenue dans les mesures faites au large. Cette précision dépend de la durée du trajet effectué depuis que l'on a quitté la côte, de la violence des courants et de leur direction, enfin de la force du vent. Si le navire est très loin de terre et si les circonstances atmosphériques ont empêché l'officier de quart de faire des observations astronomiques, l'erreur de la position calculée à l'estime peut facilement atteindre plusieurs milles. Quelques exemples feront saisir le degré de précision qu'on réalise dans ce genre de navigation. Lorsque nous sommes revenus de Méditerranée en 1925, nous avons traversé tout le golfe de Gascogne pour venir atterrir en pleine brume dans la baie d'Audierne ; la route tracée à l'estime s'est trouvée très exacte, malgré les vents et les courants. Presque chaque année, le « *Pourquoi-Pas ?* » arrive en vue de Rockall sans difficulté, et cependant cet îlot qui n'a que 21 mètres de hauteur et 100 mètres de tour est situé dans l'Atlantique, à 450 kilomètres de toutes terres. Au contraire, il nous a été impossible de retrouver un gisement de calcaire

liasique à Ammonites découvert en 1922 au Nord de Cherbourg ; bien que ce gisement soit sans doute d'une certaine étendue, une douzaine de coups de drague ont été donnés dans ces parages au cours des années suivantes, sans qu'on puisse recueillir les mêmes échantillons fossilifères. Parmi nos stations les unes se trouvent donc repérées avec précision; d'autres, qui ont été effectuées après de nombreuses heures de navigation à l'estime, ont des coordonnées moins exactes. En moyenne, leur emplacement est déterminé à 1 ou 2 milles près.

Les stations comprennent généralement plusieurs sortes d'opérations océanographiques: des sondages, des prises d'eau et de température, quelquefois des récoltes verticales de plancton, enfin le dragage géologique. Ce dernier s'effectue en mettant la machine « en avant le plus doucement possible » ou en dérivant simplement sous l'action du courant ou du vent. Toutes ces opérations exigent un certain temps et, lorsque le courant et le vent sont violents, la dérive du bateau peut être importante. On choisit généralement comme coordonnées de la station celles du point situé au milieu du trajet effectué. Quelquefois l'officier de quart donne les mesures correspondant au point de départ et au point d'arrivée : il est facile de se rendre compte qu'étant donné les diverses manœuvres et dérives, ces mesures ne renseignent que d'une façon incomplète sur le véritable trajet du bateau pendant la durée d'une station. Parfois les coordonnées adoptées correspondent à la position du bateau au moment du premier coup de drague, alors que c'est seulement le deuxième ou le troisième qui ramène les échantillons étudiés.

Le trajet parcouru par l'engin sur le fond peut être évalué à 200 ou 500 m. en moyenne. Pour obtenir la plus grande précision possible, nous avons constamment cherché à abréger la durée des opérations ; un grand nombre de dragages ont pu être effectués en cinq minutes, lorsque la profondeur était faible et la nature du fond favorable : dans ce cas, la drague n'a traîné que sur quelques dizaines de mètres.

Profondeur. — Les procédés employés pour sonder sont très nombreux : les uns permettent de sonder en marche et à une grande profondeur, les autres ne peuvent être employés avec succès que si le navire est stoppé ou à très petite vitesse. Le « *Pourquoi-Pas ?* » est particulièrement bien outillé à cet égard et les sondeurs les plus divers et les plus perfectionnés se trouvent à bord : sondeurs Thomson et Warluzel, grand sondeur Lucas, petit sondeur Lucas, sondes à main, etc... Je me contente de dire quelques mots de ceux qui nous ont servi le plus souvent, la description des appareils se trouvant dans les ouvrages d'océanographie et de navigation (185).

L'appareil Thomson permet de sonder en marche ; il comporte un étui métallique dans lequel on introduit un tube de verre fermé à son extrémité supérieure : ce tube est enduit à l'intérieur de chromate d'argent qui se décompose lorsque l'eau de mer pénètre dans le tube en refoulant l'air grâce à la pression. On mesure la longueur de la partie du tube qui se trouve décolorée après l'immersion et on en déduit la profondeur.

L'appareil Warluzel permet également de sonder en marche normale, jusqu'à une profondeur de 200 mètres environ. Il est composé d'un tube spécial qui se remplit d'une certaine quantité d'eau de mer suivant la pression : la mesure de cette quantité d'eau renseigne donc sur la profondeur à laquelle le tube est descendu. Le sondeur Warluzel est précieux pour permettre à un navire d'atterrir sans diminuer de vitesse, et de reconnaître les abords du plateau continental, l'approche d'un banc, etc. Les sondages effectués en marche donnent naturellement des indications moins précises que les autres.

Le petit sondeur Lucas (fig. 7) que nous avons employé constamment dans la Manche donne des renseignements très précis, mais il faut que le navire soit arrêté ; de puissants ressorts assurent le déroulement régulier du fil de sonde tiré par le plomb, et le bon fonctionnement du compteur

de tours ; quand le plomb touche le fond, le treuil cesse immédiatement de dévider le fil (51); une installation très pratique, au niveau de la passerelle de l'échelle de coupée, permet de se livrer à cette opération par tous les temps.

La *sonde à main* (fig. 9, p. 38) est bien connue : c'est un simple fil lesté par un plomb conique dont la base est évidée pour recevoir le suif destiné à ramener un échantillon du fond. On l'emploie sans aucune difficulté jusqu'à 50 m. de profondeur.

Fig. 7. — Le petit sondeur *Lucas*.

Le déroulement du câble de la drague permet également d'obtenir une bonne indication de la profondeur : le commandant a fait installer un compteur de tours sur le treuil ; la drague descend d'abord verticalement au bout de son câble : lorsque la profondeur est faible et le bateau stoppé, on note très facilement l'arrivée au fond. A ce moment la lecture du compteur de tours permet de calculer la profondeur ; il faut ensuite dérouler deux fois la même longueur de câble pour pouvoir draguer dans de bonnes conditions.

Les chiffres adoptés pour indiquer la profondeur à chaque station sont plus ou moins précis suivant les circonstances. Lorsqu'on n'a pas le temps de sonder, il faut se reporter au chiffre marqué sur la carte marine ; ce dernier chiffre serait très exact si le navire était situé précisément au point estimé ou observé ; mais nous avons vu que l'erreur de position pouvait être assez grande et il en résulte que l'erreur de profondeur est elle-même plus ou moins considérable : elle peut atteindre plusieurs mètres (5, 10 m.). J'ai indiqué dans les listes contenues à la fin de l'ouvrage si le chiffre de profondeur avait été obtenu au moyen de la sonde ou simplement lu sur la carte.

Les chiffres portés sur la carte marine indiquent la profondeur au-dessous du zéro, c'est-à-dire. au-dessous du niveau de la plus basse mer observée dans la région. Pour obtenir des indications comparables à celles des cartes il faut, lorsqu'on emploie les différents sondeurs, faire une *correction de marée*. La hauteur d'eau au-dessus du zéro varie avec la marée, et dans certaines conditions la correction peut être importante (plusieurs mètres). Pour la station 392, au Nord-Ouest de Guernesey, nous avons trouvé au sondeur une profondeur de 58 m., et retranché 5 m. pour la correction de marée. Pour la station 389, à l'Ouest des Minquiers, nous avons noté les chiffres suivants :

Au sondeur	42	mètres
Correction de marée	4	—
Chiffre adopté	38	—
Chiffre lu dans les parages de ce point sur la carte marine	40	—

Au large les variations de niveau dues à la marée sont connues de façon moins précise.

Il faut remarquer que souvent l'espace parcouru pendant un seul dragage présente des variations de profondeur. Certains fonds, les fonds rocheux par exemple, sont très irréguliers.

Nous n'avons pas fait dans la Manche d'études spéciales relativement aux variations de la profondeur. Si l'on voulait, dans cet ordre d'idée, effectuer des mesures détaillées, il faudrait employer les procédés modernes de *sondage continu par le son.*

Cependant, nous avons pu faire quelques remarques intéressantes analogues à celles-ci : à la station 408, à l'extrémité Sud-Est du banc du Colbart, nous trouvons au sondeur une profondeur de 37 m., la correction de marée étant d'environ 5 m., le chiffre adopté est 32 m. ; or, d'après la carte, les fonds devraient être d'environ 20 à 25 m., la différence entre le chiffre adopté et le chiffre lu sur la carte étant d'au moins 7 m., il est difficile de supposer que cette différence soit due à une erreur. On peut penser que ces fonds sont en voie de *surcreusement tourbillonnaire,* et qu'il s'y forme des *entonnoirs* analogues à ceux qu'a signalés Ferronnière (94) au large de l'embouchure de la Loire. Nous avons précisément dragué à cet endroit des Algues calcaires mortes d'aspect subfossile qui peuvent avoir été dégagées des amas coquilliers actuels par le surcreusement dû aux courants. Cette remarque s'accorde avec les faits signalés au voisinage du même point par Hallez dans son important travail sur les fonds du détroit du Pas-de-Calais (108) : « C'est ainsi que la profondeur du grand fond, connu des pêcheurs sous le nom de Creux de Lobourg, était en 1835 de 150 à 160 pieds (48 à 53 m.), tandis qu'elle est aujourd'hui de 50 à 60 m. »

Les observations faites à la station 408, intéressantes à titre d' « hypothèse de travail », mériteraient d'être vérifiées par des mesures bathymétriques précises.

B. — SONDAGES ET DRAGAGES GÉOLOGIQUES

Le problème qui consiste à recueillir au fond de la mer de volumineux fragments de roches n'est pas toujours facile à résoudre : aussi la plupart des océanographes l'ont-ils complètement négligé ; ils ont même généralement cherché à éviter avec soin les fonds rocailleux, considérés comme dangereux pour leurs engins. Sans vouloir énumérer toutes les méthodes qui ont servi à faire de la géologie sous-marine, je dirai quelques mots de celles qui ont rendu le plus de services ou qui sont encore employées avec succès.

Engins de pêche. — Les pêcheurs ont fait souvent à leurs dépens de la géologie sous-marine ; les *lignes de fond* s'enroulent parfois autour des cailloux sous l'influence des courants et l'on a cité le cas d'échantillons recueillis de cette façon. Le sac des *chaluts* revient quelquefois plein de pierres : ces engins sont ordinairement traînés sur fond de sable ou de gravier fin ; mais il peut arriver que le bateau s'écarte des fonds de pêche habituels et trouve un fond pierreux. Ainsi certains renseignements géologiques sont dus à des pêcheurs. Hunt a publié de nombreuses notes sur les roches ramenées des fonds qui sont situés au large de Start Point (113, 114). J'ai cité d'autres exemples dans le chapitre I. Au cours d'une des croisières du « *Pourquoi-Pas ?* » dans le golfe de Gascogne, le chalut souleva un bloc rocheux mesurant environ 1 m^3.

Le chalut peut donc être employé avec succès dans certains cas : si, par exemple, l'on voulait rechercher des ossements fossiles dans la Mer du Nord, il serait tout indiqué d'utiliser le chalut.

Parmi les dragues dont se servent habituellement les pêcheurs, il faut citer la *drague à huîtres.* Nous l'avons traînée souvent sur les bancs d'huîtres, de coquilles Saint-Jacques, etc. ; le sac peut ramener des pierres mélangées aux coquilles, mais les mailles laissent passer les petits échantillons ; l'engin n'est pas assez résistant pour les fonds durs et comme les fers de l'ouverture sont très longs, ils se prennent souvent dans les rochers. Je parlerai plus loin des autres dragues.

Appareils océanographiques. — Les appareils destinés à recueillir, à bord des navires océanographiques, une quantité plus ou moins considérable d'échantillons de fond sont très nombreux et très variés. Les inventeurs ont imaginé des instruments à cuiller, à mâchoires, des tubes de sonde munis de mécanismes souvent compliqués pour le déclanchement du lest et pour la fermeture. Tous ces sondeurs fonctionnent très bien en théorie, mais en pratique les meilleurs sont les plus simples et les plus robustes, les appareils étant destinés à être employés sur tous les fonds et par tous les temps.

Plomb de sonde. — Le plus simple de tous les ramasseurs de fond est le plomb de sonde suifé (fig. 9, n° 1) : c'est lui qu'on emploie constamment à bord des navires hydrographiques pour la confection des cartes marines et sur tous les navires océanographiques, pour permettre d'avoir un premier renseignement sur la nature du fond. Ce plomb de sonde de forme variable, toujours garni de suif à sa base, peut être descendu au bout du fil de sonde, quel que soit l'appareil employé (sonde à main, sondeurs Thomson, Warluzel, etc.). Le plomb étant remonté à bord après avoir touché le fond dans lequel il s'enfonce parfois légèrement, on observe les sédiments collés sur le suif : sables, vases, graviers, coquilles, petites pierres, etc., si le suif est intact, c'est que le plomb n'a pas touché le fond ; si le suif ne ramène pas de sédiments et présente des rayures ou des trous c'est que le fond est rocheux. On peut recueillir ainsi une petite quantité de sédiments ; quelquefois on obtient de 20 à 30 grammes d'échantillons si le fond est constitué par des graviers ou de petites pierres. Le plomb de sonde suifé est un instrument excellent pour la navigation ; il répond à un but bien précis : comparer les indications de fond recueillies à bord d'un navire avec celles qui sont portées sur la carte marine et qui ont été obtenues dans des conditions identiques. Au point de vue lithologique et géologique, il présente moins d'intérêt : les sédiments recueillis étant trop peu abondants, souillés par le suif et lavés par l'eau de mer pendant la montée du plomb. Malgré les renseignements incomplets qu'il fournit sur la nature du fond, le plomb de sonde peut être employé avant chaque dragage à titre d'indication : si le suif ramène des graviers, de petites pierres ou indique un fond rocheux, on peut espérer que la drague géologique « travaillera » avec succès.

Tubes Sondeurs. — Il en existe de nombreux modèles parmi lesquels plusieurs ont donné d'excellents résultats. Le Prince de Monaco a décrit en 1889 un *sondeur à clef* construit par Le Blanc : le tube convenablement lesté s'enfonce dans le sédiment et sa partie inférieure se ferme par un robinet, ce qui empêche l'échantillon de tomber pendant la montée. Le *tube de Buchanan* (fig. 9, n° 5) qui a servi sur le « *Challenger* » découpe aussi à l'emporte-pièce un boudin de sédiments qui peut atteindre 40 à 50 centimètres de longueur; grâce à un déclanchement spécial, des masses pesantes viennent enfoncer profondément le tube dans le sédiment ; l'appareil ramène également un échantillon de l'eau de mer qui est en contact avec le fond. L'intérêt de ces sondeurs est qu'ils permettent de recueillir une quantité de sédiments suffisante pour faire une analyse lithologique détaillée, et surtout d'observer la superposition de couches différentes, telle qu'elle existe sur le fond : ils fournissent une sorte de coupe géologique des sédiments traversés. C'est ainsi que M. Thoulet (200) a fait les observations suivantes sur les sédiments recueillis avec un tube de Buchanan dans la fosse de l'« *Hirondelle* » (Açores), à la profondeur de 3.010 m. « Longueur du boudin 280 mm. ; à partir du haut 80 $^{m}/_{m}$ de vase, puis couche épaisse de 20 $^{m}/_{m}$ et oblique de sable noir volcanique, preuve de courants violents ou pluie de matériaux volcaniques sur un sol bouleversé. Ce sable est un mélange de ponces et de scories en grains assez fins, surtout ceux des scories. Le reste du boudin est de la vase semée de grains identiques à ceux du sable ». M. Gilson (102) a montré, grâce à un appareil analogue, que la partie supérieure de la vase située au large des

côtes de Belgique était devenue grise sous l'influence de l'oxydation, tandis que la partie inférieure était noire et putride.

Les tubes sondeurs permettent donc de reconstituer l'histoire de la couche superficielle des sédiments. Ils sont par contre d'un emploi difficile sur les fonds rocheux ou pierreux. Un modèle spécial a été utilisé avec succès au cours de l'exploration géologique du Pas-de-Calais par POTTIER et DE LAPPARENT (3) ; l'appareil est formé d'un tube d'acier vissé à l'extrémité d'un cylindre de plomb et lesté par un poids de 50 kgs. On a réussi à découper par ce procédé des boudins de craie. En 1875, 1.523 coups de sonde rapportèrent 753 échantillons, dont 335 purent être classés avec certitude.

Appareils de forages. — Une campagne de sondages et de forages eut lieu en 1890 dans le Pas-de-Calais, par des fonds de 55 à 60 m. (RENAUD et HERSENT, 184). Dans cette région, les courants sont souvent violents et l'agitation de la mer est presque constante ; aussi ces opérations présentaient-elles des difficultés considérables. Les forages consistaient à envoyer de haut en bas une tige de fer, à l'extrémité de laquelle étaient fixés des tubes munis de clapets ; la tige était enfoncée à coups de mouton dans les sédiments et même dans le rocher. Ces procédés coûteux ne peuvent naturellement réussir que dans des conditions exceptionnelles.

Ramasseur de fond Léger. — Cet appareil (fig. 9, n° 3), donne d'excellents résultats sur des fonds de sable et de graviers, et ramène une assez grande quantité de sédiments. Son mécanisme est très simple : dès que le sondeur a touché le fond, une tige de cuivre horizontale se décroche et les deux mâchoires mordent le sédiment qui remplit deux poches ; elles se rapprochent dès qu'on remonte l'appareil et ferment complètement l'ouverture.

Dragues diverses. — Ce sont les dragues qui rendent le plus de services en géologie sous-marine, et qui permettent de recueillir des pierres volumineuses. Il en existe de très nombreux modèles qui rappellent celles utilisées par les pêcheurs. Généralement, elles sont constituées par une armature rectangulaire en fer, qui maintient béante l'ouverture d'un sac dans lequel s'accumulent les sédiments et les fragments rocheux. La petite drague de Thoulet (fig. 9, n° 4, p. 38) est d'un maniement facile sur les fonds mous ; elle ramène une quantité d'échantillons suffisante pour l'analyse lithologique détaillée, mais elle ne convient pas pour les fonds rocailleux. M. RALLIER DU BATY a imaginé une drague ronde robuste dont les bords tranchants peuvent arracher des fragments de roches.

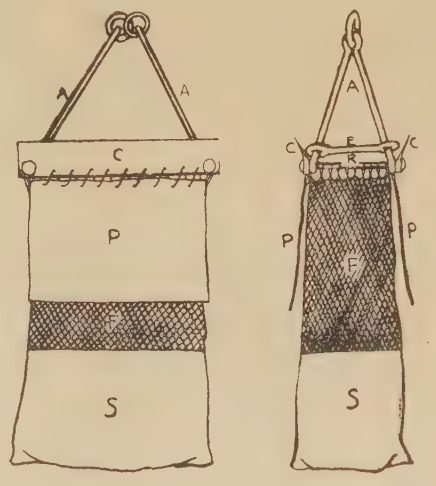


Fig. 8.
Drague géologique du commandant Charcot
Modèle employé en 1922

Drague géologique du commandant Charcot. — M. le commandant CHARCOT a décrit d'une façon détaillée le modèle de drague employé à bord du « *Pourquoi-Pas ?* » et la méthode de dragages qui a donné de si bons résultats. Je résume ici les notes qu'il a publiées à ce sujet (45, 49). La drague géologique (fig. 8, p. 38) est analogue à la « drague de Ball » utilisée sur le « *Challenger* » et, plus tard, sur la « *Princesse Alice* ». L'ouverture est formée de deux forts couteaux d'acier obliques maintenus à chaque extrémité par un fer rond. Ce cadre est relié à un filet à grosses mailles auquel est suspendu un sac en forte toile. Le filet permet de filtrer

l'excès de vase et de sable ; le sac dont les mailles se resserrent dans l'eau retient les sédiments non lavés, tels qu'ils existent en mélange sur le fond (vases, sables, graviers, pierres). Dans un modèle moyen, les dimensions sont les suivantes :

Longueur des couteaux	0 m. 60
Longueur des fers ronds	0 m. 27
Longueur du filet	0 m. 40
Longueur du sac	0 m. 60

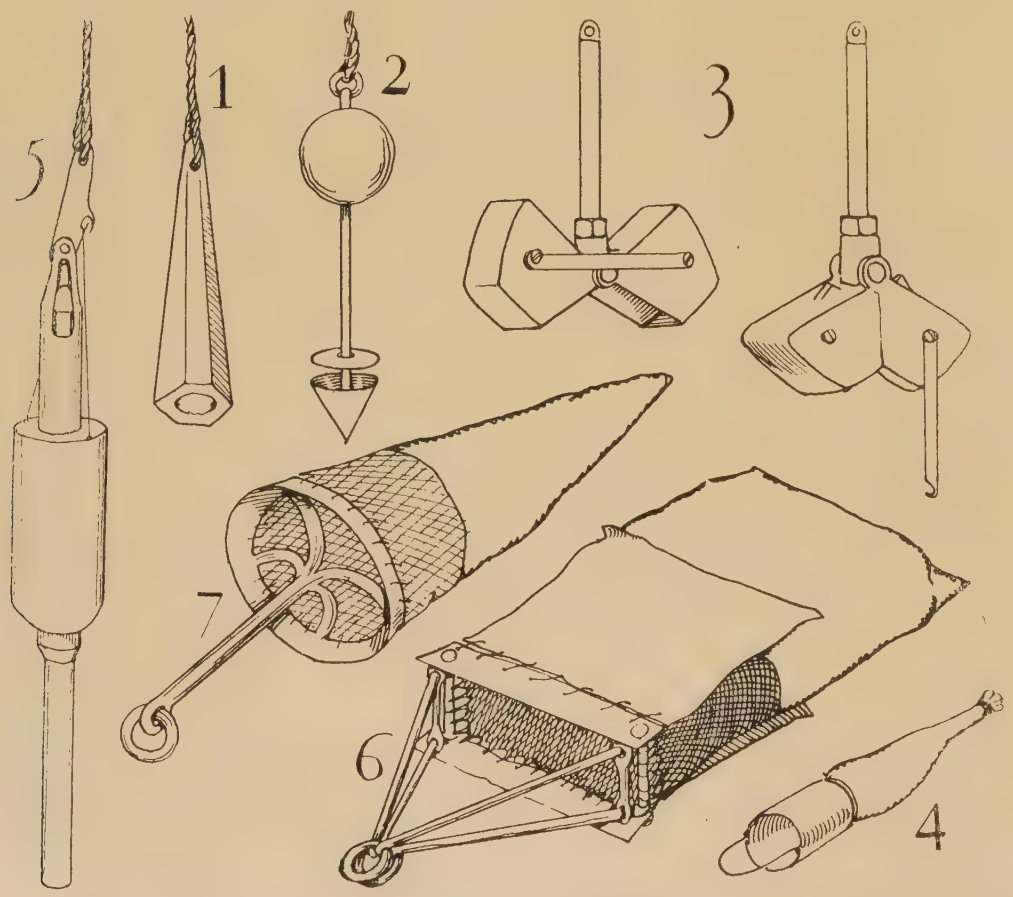


Fig. 9. — Engins de sondage et de dragage : 1. Plomb de sonde ; 2. Sonde à coupe ; 3. Ramasseur de fond léger ; 4. Petite drague de M. Thoulet ; 5. Sonde de Buchanan ; 6. Drague géologique du « *Pourquoi-Pas?* » ; 7. Drague de M. Rallier du Baty.

Il existe à bord des dragues de différentes tailles ; chacune possède son avantage particulier. Si l'on cherche à obtenir de très volumineuses pierres, on peut se servir du modèle à grande ouverture. Sur les fonds rocheux et irréguliers, il est préférable d'essayer le petit modèle qui reste moins facilement engagé entre deux rochers. L'une des dragues qui a rendu le plus de services est un petit modèle utilisé en 1924 qui a reçu un choc très violent sur le fond ; l'un des fers étant devenu courbe, la drague s'enfonce profondément dans les sédiments et ramène presque toujours des pierres. Une plaque de tôle protège de chaque côté le filet et le sac contre les déchirures qui pourraient se produire sur le fond. De vieux filets accrochés tout autour du sac complètent cette

protection. Il est d'ailleurs facile de remplacer les plaques de tôle abîmées et les sacs déchirés. Les dragues ont reçu des perfectionnements constants : en 1926 nous avons employé avec succès un filet intérieur à grosses mailles qui retient les pierres, tandis que le sable s'accumule dans le fond du sac ; on évita ainsi de crever le sac sous le poids des échantillons.

Fig. 10. — Treuil de dragage.

Fig. 11. — La drague est hissée à bord.

Le maniement de la drague se fait à l'aide d'un treuil à vapeur (fig. 107, p. 39), situé sur l'arrière du navire (treuil de dragueur de mines). On peut enrouler sur ce treuil 700 m. de câble d'acier de 15 m/m, ce qui permet de travailler jusqu'à une profondeur de 250 m. ; il faut filer une longueur de câble égale à trois fois la profondeur. Généralement la manœuvre est la suivante : le navire ayant stoppé, la drague est descendue verticalement jusqu'à ce qu'elle touche le fond ; on met la machine « en avant le plus doucement possible », en continuant à dérouler le câble. Quand la longueur déroulée est suffisante, on arrête le treuil et on augmente un peu la vitesse du navire. Si la drague « travaille » normalement, le câble est rentré aussitôt brutalement. L'opération est donc très rapide, et la drague commence à se remplir dès le début du traînage, car elle s'enfonce par son propre poids dans les sédiments ; c'est surtout au moment de la rentrée brutale du câble qu'elle doit arracher des pierres. La manœuvre varie naturellement suivant les circonstances météorologiques et la nature du fond ; la simple dérive sous l'action du vent du courant donne parfois au navire une vitesse suffisante. Il est facile de se rendre compte du travail de la drague en mettant la main sur le câble : si le fond est rocheux, on enregistre ainsi de nombreuses secousses ; si le traînage est doux on peut prolonger le dragage dans l'espoir de trouver un fond différent plus favorable à la récolte d'échantillons géologiques. Il est préférable de ne pas faire durer l'opération plus de cinq minutes ; mieux vaut multiplier les coups de drague pour éviter les mélanges de matériaux provenant de fonds différents. Naturellement, tous les fonds ne conviennent pas et en géologie sous-marine il faut choisir de préférence les endroits pierreux et rocheux que, d'ordinaire, les océanographes évitent avec soin. Il est bon également de faire route dans la direction des petits fonds pour que la drague ait plus de chances de s'enfoncer dans le sol sous-marin.

La méthode de M. le commandant Charcot a fait ses preuves au cours de plusieurs campagnes et a permis de recueillir des tonnes de matériaux. Il n'est pas rare de ramener dans un seul dragage plus de 100 kgs. de cailloux, parmi lesquels des blocs de 5 à 6 kgs. (fig. 12, p. 41). Voici un tableau permettant de se rendre compte des dimensions et du poids de quelques échantillons :

Stations	Longueur	Poids
—	—	—
2.008	»	25 kg.
»	25 c/m	12 kg.
524	25 —	11 kg. 200
220	24 —	11 kg. 200
234	22 —	8 kg. 250
233	26 —	8 kg. 100
214	19 —	7 kg. 700
230	37 —	7 kg.
255	25 —	5 kg. 700
220	26 —	5 kg. 500
525	29 —	5 kg. 200
222	21 —	5 kg. 100
524	25 —	3 kg. 800
529	22 —	3 kg. 300
247	23 —	3 kg. 100
542	18 —	2 kg.

La drague s'enfonce parfois profondément dans les sédiments (0 m. 30 à 0 m. 60) ; c'est là un des grands avantages de la méthode employée. On peut ainsi déchausser des blocs rocheux, à moitié enfouis dans le sable, et même recueillir des graviers ou des pierres complètement recouvertes de sédiments actuels. De nombreuses observations prouvent cet enfoncement de la drague : ainsi à la station 2.012, par 110 m. de fond, le sol sous-marin a été profondément labouré ; nous avons recueilli plusieurs cailloux volumineux portant sur la face supérieure des colonies d'Alcyons ; la face inférieure, dépourvue d'animaux, était évidemment enfouie dans le sable coquillier. Ailleurs la drague a ramené de nombreuses coquilles pleines appartenant à des Mollusques qui vivent habituellement à une certaine profondeur dans le sable ou la vase (*Tapes*, *Venus*, *Lutraria*). Le dragage met parfois en évidence l'existence d'une superposition de sédiments différents : vase sur sable, graviers sur blocailles, etc... Les robustes couteaux d'acier de l'engin traînés avec violence parviennent souvent à briser des fragments de rochers ; nous avons ainsi détaché de leur affleurement des bancs de calcaire ou de marne, des plaquettes de schistes (pl. I, fig. 3, p. 50). A la station 248, par 58 m. de fond, nous enregistrons sur le câble de violentes secousses : la drague revient pleine de grandes plaques de calcaire bleuâtre dont plusieurs sont brisées. Les roches les plus dures telles que les roches cristallines, les grès se laissent plus rarement entamer par la drague ; pourtant nous en avons ramené plusieurs fois des fragments brisés sur le fond.

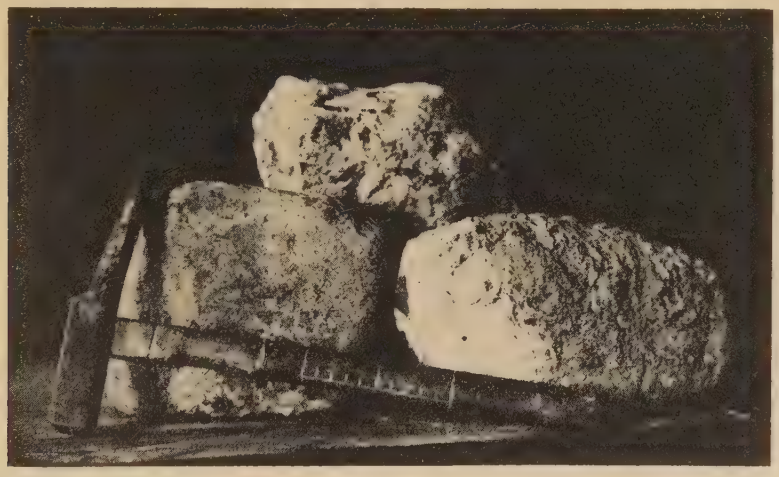


Fig. 12. — Gros blocs ramenés par la drague. (Cliché L. D.)

Les opérations sur fonds rocheux peuvent entraîner des difficultés de manœuvre et des accidents. Cependant au cours de plusieurs campagnes, nous n'avons eu que peu d'avaries ; nous avons perdu quelques centaines de mètres de câble et 4 ou 5 dragues ; quelques-unes sont restées au fond engagées dans les rochers ; une drague a été perdue à cause de la rupture du câble, par un coup d'hélice, un jour de gros temps. Nous avons eu des ferrures de drague brisées ou tordues par la violence des chocs. Quant aux déchirures du sac, elles sont relativement fréquentes, mais aussi facilement réparables. Il faut noter que nous avons souvent travaillé avec succès par mauvais temps et dans des parages où les courants sont violents, parfois même la nuit.

La méthode de dragage du commandant Charcot est donc simple et pratique, elle donne à la fois des indications lithologiques et géologiques précises. Les autres méthodes dont j'ai parlé peuvent fournir des renseignements complémentaires, et il est utile, lorsqu'on a le temps, de faire une station complète avec les appareils suivants : *plomb de sonde suifé*, qui renseigne sur la profondeur exacte et sur les sédiments superficiels, *tube de Buchanan*, qui donne une coupe verticale des sédiments, *drague géologique* du commandant Charcot (de taille plus ou moins grande suivant les fonds) qui ramasse une quantité considérable d'échantillons lithologiques et géologiques, enfin grande *drague à huîtres*, si l'on veut essayer de recueillir de gros blocs sur un affleurement de roches tendres.

D'ailleurs, comme le fait remarquer le commandant Charcot, suivant les cas, « il faut manœuvrer de différentes façons et le sens marin ainsi que la pratique sont, comme pour la plupart des opérations océanographiques, des facteurs importants de succès ».

C. — RÉCOLTE ET EXAMEN DES ÉCHANTILLONS

Le géologue qui s'occupe des fonds sous-marins ne doit pas se contenter d'examiner les échantillons au laboratoire ; il est utile qu'il s'intéresse à la navigation et cherche à acquérir un peu de sens marin.

Et d'abord, il doit observer de près la manœuvre pendant le dragage, noter avec soin l'état de la mer, la violence des courants, le sens dans lequel le bateau dérive, les indications de la carte marine. Il enregistre les vibrations du câble et se rend compte, par le travail de la drague, de la nature du fond. M. Thoulet (198), pendant la campagne du « *Caudan* » dans le golfe de Gascogne, observait ainsi les secousses du chalut : « pendant un chalutage, si l'on pose la main sur le câble en fils d'acier attachant le filet, et toujours fortement tendu, on éprouve une vibration, un tressaillement tantôt régulier, tantôt par saccade, accompagné si on appuie l'oreille d'un son ou plutôt d'un murmure ayant une tonalité spéciale et variable selon la nature du sol ». M. Thoulet songeait même à perfectionner le procédé de façon à dresser des cartes lithologiques au moyen d'un appareil traînant sur le fond. Il est certain qu'un instrument de ce genre serait précieux en géologie sous-marine ; il permettrait de faire une exploration rapide des fonds et de choisir des emplacements favorables aux dragages. Les secousses transmises par le câble d'une drague travaillant à faible profondeur sont particulièrement nettes et renseignent de façon très exacte sur toutes les irrégularités du fond. Il ne faut pas confondre ces secousses avec les vibrations qui se produisent normalement dans un câble, même quand l'engin n'a pas touché le fond : avec un peu d'habitude, la distinction est facile. M. Kerforne m'a signalé qu'il avait connu un chef sondeur travaillant à la prospection des minerais de fer qui se rendait compte des terrains traversés par son tube de sonde en mettant continuellement la main sur le tube pendant qu'il tournait.

On peut dresser une sorte *d'échelle de vibration* correspondant aux différentes natures de fond.

1° On ne sent que les vibrations normales du câble : la drague n'est pas rendue au fond ou bien elle « travaille » sur un fond de vase molle sans coquilles. Pendant la croisière de Méditerranée, nous avons trouvé beaucoup de ces fonds de vase azoïque. Au contraire dans la Manche, lorsque ce cas se produit, c'est généralement parce que la drague n'a pas touché le fond : il faut alors filer du câble ou diminuer de vitesse.

2° On ressent une sorte de tressaillement particulier consistant en secousses multipliées mais très faibles. Le fond est formé de vase sableuse ou de sable fin bien homogène.

3° Vibrations plus fortes se succédant toujours rapidement : fond de gros sable ou de petits graviers. De temps en temps un choc plus fort apprend que la drague a rencontré une petite pierre ou une grosse coquille.

4° Les chocs sont plus violents et se produisent à intervalles variables. La drague heurte des pierres plus volumineuses. Le câble se tend et se détend irrégulièrement.

5° Chocs très violents, le câble saute d'une façon désordonnée. Le fond est franchement pierreux ou rocheux ; parfois la drague s'accroche au fond, le câble est tendu au maximum, le navire est rappelé en arrière, la drague peut se décrocher toute seule ou bien il faut faire « machine arrière » pour la dégager ; il y a évidemment au fond des têtes de roches.

Un cas spécial est celui dans lequel le câble transmet des secousses régulières, se tend et se détend à intervalles égaux ; la drague ne travaille pas mais saute sur le fond sans s'enfoncer ; la vitesse est trop grande ou le fond présente des rides régulièrement espacées. Il semble ainsi qu'à la station 241, le fond soit constitué par des sortes de « ripple-marks » de sable dur. Ces ripple-marks sous-marins seraient analogues à ceux qui ont été signalés par Ferronnière (21), au large de l'embouchure de la Loire. Les observations faites pendant le dragage fournissent donc de précieux renseignements sur la nature du fond ; de plus, elles permettent d'arrêter l'opération dès que la drague a *bien travaillé.*

Le sac de la drague est rempli non seulement de pierres, mais de sédiments actuels qu'il importe de recueillir avec soin : nous les conservons à bord dans des sacs de toile, sur des étagères situées au-dessus de la machine, pour faciliter le séchage. Toutes les particularités de ces sédiments et du *bios* (ensemble des végétaux et des animaux vivants) qu'ils renferment doivent être notées. Il est souvent difficile de dire où finit le travail du lithologiste et où commence celui du géologue. Ces sédiments sont destinés à être analysés au laboratoire. Il est utile de passer les sédiments au tamis pour recueillir et trier les coquilles, parmi lesquelles se trouvent quelquefois des « coquilles subfossiles », les minéraux intéressants, et enfin les petits fossiles qui peuvent se trouver mélangés aux coquilles actuelles : j'ai recueilli de la sorte par tamisage des Alvéolines dans la région des îles anglo-normandes, des Nummulites en Manche orientale et à l'entrée occidentale de la Manche.

Les pierres sont passées en revue et échantillonnées. On évalue leur nombre, on mesure leurs dimensions et leur poids. Il est intéressant d'observer les algues ou les animaux fixés à leur surface : la présence de touffes d'animaux délicats prouve que les courants sont incapables de déplacer ces pierres. Il faut évidemment étudier la nature des roches, leurs fossiles, noter la proportion relative des différentes roches : comme il est impossible de conserver tous les échantillons, on trie les plus intéressants et les plus typiques. Toutes les roches bien « en place » et les roches fossilifères sont conservées pour l'étude au laboratoire.

Voici comment on peut disposer les notes d'un carnet de dragage :

Numéro de la station.

Date et heure. — L'indication de l'heure est utile à cause des corrections de navigation, de marée.

Situation. — La situation du navire est notée par rapport à la côte la plus proche, à un plateau sous-marin, à une fosse, etc...

Coordonnées (longitude, latitude). — Les coordonnées s'expriment en degrés, minutes et secondes. La longitude est donnée par rapport au méridien de Greenwich ; il faut noter si l'on se trouve à l'Est ou à l'Ouest de ce méridien. La longitude par rapport au méridien de Paris, s'obtient en ajoutant 2° 20' environ.

Corrections. — Les premiers chiffres obtenus ne peuvent pas toujours être conservés : les observations astronomiques ou de nouvelles visées montrent souvent la nécessité d'effectuer d'importantes corrections.

Mer, courants, vents. — Il est bon de noter l'état de la mer, la force et la direction des courants et des vents.

Profondeur. — Ici il faut distinguer si le chiffre a été fourni par l'examen de la carte marine ou par un sondage.

Appareils. — Les différents appareils dont on s'est servi sont indiqués ainsi que leurs particularités.

Opérations. — On note les différentes phases des opérations, la durée du dragage, les circonstances de la manœuvre, l'intensité des vibrations du câble, et enfin approximativement la quantité d'échantillons rapportés.

Bios. — Il est utile de dresser la liste des Algues et des animaux recueillis, des Mollusques vivants, des coquilles vides. Le géologue ne doit pas négliger les renseignements fournis par le bios : par exemple, certaines Algues filamenteuses indiquent la présence d'un fond de roche.

Sédiments. — On inscrit ici les indications fournies par le plomb de sonde suifé, les sondeurs ou la drague, ainsi que les résultats du tamisage ; les sédiments sont rapidement décrits (couleur, texture, nature des constituants organiques et des minéraux).

Echantillons géologiques. — Description des roches recueillies.

Conclusions. — Résumé des observations océanographiques et géologiques intéressantes.

Carte. — Résultat géologique à porter sur la carte.

Les listes de dragages placées à la fin de l'ouvrage contiennent des renseignements disposés dans cet ordre.

D. — COMMENT RECONNAITRE LES ROCHES « EN PLACE »

Il ne semble guère facile au premier abord de distinguer dans l'amas de roches que la drague déverse sur le pont celles qui sont véritablement *en place*, au sens géologique du terme. On se demande si certains échantillons ne sont pas des galets amenés de la côte par les courants, si d'autres ne sont pas des blocs de délestage. M. Lemoine a comparé avec raison le résultat des dragages à la récolte curieuse que pourrait faire un aéronaute qui laisserait traîner son « guide-rope » et qui s'efforcerait de dresser de cette manière la carte géologique des régions survolées. Ce géologue aéronaute serait bien souvent embarrassé pour marquer une teinte sur sa carte. Il se demanderait à chaque instant quelles sont les roches en place et quelles sont les roches transportées récemment hors de leur gisement.

Quelles que soient les difficultés, l'observation attentive des opérations de dragage et des échantillons recueillis nous apprend que le diagnostic cherché peut se faire et les résultats sont là pour nous encourager dans cette voie nouvelle de la géologie sous-marine.

Il faut d'abord éliminer les causes d'erreur et se rendre compte des changements superficiels que peuvent subir les fonds marins à l'époque actuelle. J'examinerai donc les principaux agents capables de transporter des pierres au large.

Transport par l'homme. — Le *lest* des navires est souvent formé de roches prises au voisinage d'un port ou amenées de régions plus ou moins éloignées. On utilise fréquemment les rognons

de silex qui forment un chargement homogène et facile à embarquer. Aussi les silex se trouvent-ils emmenés très loin de leur lieu d'origine ; on peut voir sur les quais de Cherbourg des tas de silex provenant sans doute des grèves de Normandie ou d'Angleterre. Le petit port de Binic, dans le département des Côtes-du-Nord, est encombré de fragments de silex apportés autrefois par les navires. Près du Croizic, dans le département de la Loire-Inférieure, se dresse une butte formée de pierres de délestage : c'est le « Mont-Esprit », ou de « lest-pris ». Ferronnière (94) a signalé la présence sur les côtes du voisinage de blocs de basalte à péridot provenant du lest de navires. M. Barrois (8) a cité de même, dans la baie de la Forêt, près de Concarneau (Finistère), des blocs de craie amenés par des bateaux de l'île d'Oléron. Il serait facile de multiplier ces exemples. Des amas de pierres de toute sorte existent au voisinage des ports : ils comprennent des blocs de délestage, des matériaux servant à édifier les digues, jetées, villas, etc..., ils peuvent se trouver mélangés aux galets et entraînés par les courants ; mais, en général, ils restent au bord de la côte.

Lorsque les navires se perdent en mer, ils abandonnent sur le fond leur chargement de lest : une carte des épaves à proximité des côtes françaises, d'après les renseignements parvenus au Service hydrographique de la Marine au 1er février 1919, indique 13 bateaux coulés près des roches de la côte ou sur les récifs éloignés, 85 épaves gisant au large. Nous n'avons jamais à notre connaissance accroché d'épaves en Manche.

Les pêcheurs se servent fréquemment de galets pour lester leurs barques ou leurs filets ; en Bretagne, ils utilisent souvent pour ces derniers des pierres plates schisteuses qu'ils percent d'un trou rond en leur milieu. Ces pierres peuvent être jetées par dessus bord au large ou bien peuvent se détacher au fond de l'eau. Il est certain qu'au point de vue général, ce mode de transport modifie bien peu la physionomie des fonds.

Par contre, les scories et les fragments de charbon rejetés par les navires sont fréquents au fond de la mer. Dans la Manche, sur la route habituelle des navires, nous en trouvons presque à chaque dragage ; ailleurs ils sont beaucoup plus rares. On peut calculer que le « *Pourquoi-Pas ?* » déverse en mer 30 seaux de scories par 24 heures, soit 1.800 kgs. pour une distance parcourue d'environ 150 milles. S'il existait à bord un escarbilleur fonctionnant régulièrement et remplaçant la « corvée d'escarbilles », il tomberait à la mer un kilo de scories environ tous les 150 mètres. Comme dit M. Thoulet (198) les scories seront pour les géologues de l'avenir les « fossiles caractéristiques de la période actuelle ». Cependant, malgré le grand nombre des navires qui croisent dans certains parages (plusieurs milliers par an au voisinage d'Ouessant), la place que tiennent les scories dans les matériaux de dragage est toujours insignifiante : on ne trouve jamais plus d'une douzaine de fragments de scories sur 200 échantillons. A plus forte raison, les pierres dues au délestage doivent-elles jouer un rôle extrêmement restreint.

Transport par les vagues et les courants. — Les vagues et les courants actuels sont-ils capables d'entraîner de grosses pierres au large ? Tout le monde connaît les effets mécaniques très violents des vagues. Les vagues de tempêtes, dans des circonstances exceptionnelles, parviennent à détruire les jetées. « A Alger des blocs artificiels de 100 tonnes ont été projetés à plus de 8 m. de distance » (120). Au moment des gros temps, il est fréquent d'observer des galets pesant un ou plusieurs kilos, transportés par les vagues sur le sommet de falaises de plusieurs mètres de hauteur. Ce sont les *galets de tempête*. Ces effets de transport atteignent leur maximum d'intensité au voisinage des côtes ; au large, ils sont très réduits. On peut admettre les données suivantes : la mer, par très forte tempête, peut briser légèrement sur des hauts-fonds d'une trentaine de mètres ; le sable peut encore être remué à des profondeurs de 40 à 50 mètres, enfin toute action des vagues cesse de se faire sentir sur le fond, vers 150 à 200 mètres.

Quant aux courants, ils intéressent souvent une masse d'eau considérable. D'après Renaud, cité par Hallez (108), les courants du Pas-de-Calais « sont les mêmes au fond qu'à la surface en vitesse et en direction, et l'étale se produit en même temps dans toute la masse d'eau ». Quoi qu'il en soit de cette assertion que Hallez considère comme exagérée, il n'en reste pas moins vrai que dans certaines régions de la Manche les courants peuvent avoir une vitesse importante à la profondeur de 30 à 40 mètres. M. Idrac qui a essayé à bord du « *Pourquoi-Pas?* » un appareil. de son invention, a mesuré en 1927, dans le Pas-de-Calais, par 55 m. de profondeur, des courants de plus de 3 nœuds, ce qui est considérable si l'on songe que la Seine coule d'ordinaire à une vitesse de 1 à 2 nœuds. Il serait à souhaiter que de pareilles mesures soient effectuées dans beaucoup de régions. J'ai eu plusieurs fois l'occasion à bord du « *Pourquoi-Pas?* » de passer par forte marée le raz Blanchart situé entre Aurigny et le cap de la Hague ; la profondeur y est de 20 à 40 mètres ; on peut voir la mer couler comme un large fleuve et briser sur les roches du fond ; la vitesse du courant peut atteindre exceptionnellement 9 nœuds en surface. Citons encore le cas du passage du Fromveur, entre l'île d'Ouessant et l'archipel des Pierres Vertes et de Balanec, où dans les vives eaux la vitesse en surface peut atteindre 4 m. 63 à la seconde (environ 9 nœuds). M. Barrois (Carte géologique, feuille 40-56, Plouguerneau-Ouessant), écrit à ce sujet : « Les courants que produisent les marées dans ces parages sont donc aussi rapides que ceux des rivières les plus rapides dans leurs plus grandes crues ». J'ai choisi comme exemples des régions resserrées où les courants atteignent le maximum de puissance. Au large, ils ont un effet très atténué. Cependant, en pleine Manche, les courants de surface peuvent en certains points avoir une vitesse de 2 à 3 nœuds (d'après les cartes du pilote Hédouin). Nous ne savons pas quelle vitesse possèdent les courants de fond au large dans les régions correspondantes : nous manquons de données précises à cet égard ; il est naturel de penser que leur vitesse est inférieure à celle des courants de surface.

Delesse (75) admet que, dans le cas des rivières, pour déplacer des galets de 3 $^{c}/_{m}$, il faut un courant de 2 km. 5 à l'heure, et pour déplacer des pierres anguleuses atteignant plusieurs centimètres, un courant de 4 km. 3 à l'heure, soit 2 nœuds.

On peut déduire de ces données que de petites pierres peuvent être remuées par les courants jusqu'à une profondeur d'une trentaine de mètres. Aussi n'ai-je pas voulu tenir compte en général des échantillons mesurant moins de 5 $^{c}/_{m}$ de diamètre, ou pesant moins de 100 grammes ; j'ai éliminé également de parti pris, sauf dans des cas exceptionnels, ceux qui étaient récoltés à moins de 30 m. de profondeur.

L'examen des sédiments permet de se rendre compte, dans une certaine mesure, de la violence des courants et de leur puissance de transport ; si les pierres recueillies sont totalement dépourvues d'animaux fixés, c'est que les courants sont assez forts pour les remuer sur le fond. On observe parfois des fragments rocheux dont la surface est entièrement revêtue d'Algues incrustantes : on peut expliquer ce fait en supposant que les échantillons considérés peuvent être retournés sur le fond par les courants ; dans le cas de courants plus violents, la croûte d'Algues disparaîtrait ; si, au contraire, l'action des courants était plus faible, les fragments rocheux resteraient immobiles et les Algues ne se développeraient que sur la face supérieure. Mon frère a souvent fait des observations de ce genre (72). En voici un exemple : « 17 août. Station 405, Sud du Vergoyer. Profondeur 24 m. Les cailloux de petite taille (grosseur d'une noix, d'une pomme) arrondis ou anguleux portent souvent des Algues calcaires sur toutes leurs faces. Ce pourrait être une preuve qu'ils sont retournés à chaque marée. Les cailloux les plus gros (grosseur du poing et au-dessus) sont garnis de plaques plus ou moins étendues de Mélobésiées, mais seulement sur une face (ces cailloux ne seraient donc pas roulés à partir de cette taille)». L'expédition du « *Siboga* » (219) a rencontré

de véritables bancs de *Lithothamnium* affectant la forme de boules assez régulières. Pour que de pareils bancs puissent se former, écrit Max Weber, il faut « qu'un fort courant de marée les roule doucement en tous sens ; car si elles restaient au repos, leur face tournée en sens inverse de l'incidence de la lumière serait incolore. »

Si les pierres sont couvertes d'animaux délicats, tels que des Bryozoaires arborescents, des Hydrozoaires, c'est que les courants sont incapables de les déplacer. Je reviendrai sur ces observations dans les pages suivantes pour bien montrer comment on peut reconnaître les roches en place.

Transport par les glaces. — Ce mode de transport joue actuellement un grand rôle dans les régions polaires et à leur voisinage. Les glaces que l'on rencontre en mer ont des origines diverses ; les unes proviennent de la congélation de l'eau douce et se sont formées soit sur le continent (calottes glaciaires et glaciers) soit dans les fleuves ; les glaciers aboutissant à la mer se fragmentent en *icebergs* qui atteignent parfois des dimensions considérables (75 m. de hauteur) et en *iceblocs* plus petits. La glace de mer, ou *glace de pack*, est de l'eau de mer congelée ; son eau de fusion est légèrement salée. Il peut se former des champs de glace marine de grande étendue qui constituent la *banquise* : cette dernière se morcelle parfois en plaques plus ou moins grandes qu'on appelle des *flöes* : leur épaisseur atteint rarement une dizaine de mètres (189, p. 57). Il peut exister naturellement des *banquises côtières* qui constituent des « banquettes » plus ou moins continues le long des rivages.

Les glaces ainsi formées ont un pouvoir de transport considérable : le fond des mers arctiques et antarctiques est couvert de sédiments qui ont été en partie apportés par les glaces ; ces dépôts se reconnaissent facilement, parce qu'ils sont formés de fragments petits et gros mélangés tandis que les autres sédiments marins se composent généralement de débris de même taille (158, p. 167). Les glaciers apportent à la mer des fragments de moraines et des masses boueuses ; les glaces côtières se chargent de galets ou d'éboulis. Citons les observations faites à ce propos par M. Gourdon, le géologue de l'expédition antarctique française (1903-1905) (106, p. 139). « Les glaces flottantes sont de merveilleux agents de transport. Pendant l'hiver, les banquises qui séjournent devant le rivage, au pied des montagnes, reçoivent les débris de roches qui s'éboulent sur leurs flancs. Les vents entraînent à leur surface de grandes quantités de poussières, où l'on reconnaît les sédiments des terres voisines ; ces dépôts minéraux s'étalent en couches fines qui donnent aux champs de glace une apparence sale au moment des dégels... ; enfin dans les baies peu profondes, les banquises imprègnent les galets qui gisent sur le fond et les emportent avec elles. Lors des débâcles, la banquise morcelée disperse au loin ses glaçons chargés de matériaux. Au fur et à mesure de la fusion ceux-ci sont distribués sur le fond des mers ou déposés sur les côtes où les glaces viennent s'échouer.

Le volume des sédiments ainsi transportés est considérable. Nous avons rencontré des glaçons de grande taille entièrement noirs de débris rocheux, blocs, sable et boue.

Ce phénomène de transport n'est pas limité aux régions arctiques et antarctiques, il se produit dans les « *contrées subglaciales*, comme Terre-Neuve » (201, p. 2), et même dans des régions encore plus tempérées, comme la Mer Baltique. D'après M. Thoulet, le transport par les glaces côtières est beaucoup plus important que le transport par les icebergs. C'est ainsi que les *bancs de Terre-Neuve* sont couverts de débris apportés par les glaces flottantes et non pas de matériaux provenant d'icebergs fondus au contact des eaux chaudes du Gulf Stream, comme on le pense quelquefois (150, p. 300). M. Thoulet signale les observations suivantes à ce sujet (199, p. 209) : « Cependant je puis affirmer qu'au Nord de l'île de Terre-Neuve, où j'ai fait en em-

barcation le tour de cinq ou six icebergs échoués et d'assez près pour pouvoir les toucher de la main, malgré mes recherches les plus attentives, je n'ai pas réussi à découvrir un seul grain de gravier même de la grosseur d'un pois. J'ai donc la conviction que même dans ces régions particulièrement favorables, les icebergs sont de médiocres porteurs de débris rocheux et que s'ils ont un chargement pierreux, en commençant leur course maritime, comme il est assez superficiel, ils s'en débarrassent promptement et dans le voisinage immédiat de la terre ». Ailleurs il indique nettement que les dépôts des bancs de Terre-Neuve sont dus à la fusion des glaces côtières et sont surtout formés de débris provenant de l'île elle-même (199, p. 301).

Les glaces marines fondent en arrivant dans les régions tempérées, mais l'aire d'extension des glaces flottantes varie beaucoup suivant les conditions météorologiques et les courants; on sait que les transatlantiques rencontrent parfois des icebergs sur leur route. En 1905, des icebergs ont été entraînés jusqu'à la latitude de Madrid (185, p. 145). Il ne faut pas oublier que les fleuves de nos régions peuvent parfois se couvrir de glaces. D'après Ch. Lyell, les glaçons de rivière peuvent se charger de pierres (149) : « on peut voir souvent sur le Tay, en Ecosse, des cailloux roulés et de petits fragments de roches enclavés dans la glace et flottant ainsi annuellement jusqu'à l'embouchure de cette rivière ».

Enfin, en ce qui concerne la Manche, il se forme parfois des glaces côtières pendant certains hivers particulièrement rigoureux : ces glaces peuvent emprisonner des galets et les transporter au large au moment de la débâcle (37). Mais ce phénomène exceptionnel n'intervient évidemment que d'une façon très limitée dans la sédimentation actuelle de la Manche. Il n'en a pas été de même au Quaternaire : pendant cette période, les glaces côtières ont joué un rôle analogue à celui qu'elles jouent actuellement dans la région de Terre-Neuve.

J'ai insisté sur cette question du transport par les glaces actuelles, pour permettre une comparaison facile, lorsque je signalerai la dissémination des blocs de roches dans la Manche pendant le Quaternaire (chap. VII).

Il existe d'autres causes de transport beaucoup moins importantes au point de vue de notre étude : les grandes Algues analogues aux Laminaires sont parfois rejetées en grand nombre à la côte, au moment des tempêtes, transportant de petites pierres entre leurs crampons ; elles se prennent souvent ainsi que leur chargement pierreux dans les filets des pêcheurs. Ces actions de transport sont limitées en général à la région littorale.

Observations. — En résumé nous avons vu que le délestage jouait un rôle insignifiant au large, que les courants et les vagues de tempête étaient incapables de déplacer de grosses pierres à une grande profondeur, enfin que le transport par les glaces flottantes se produisait très rarement dans la Manche à l'époque actuelle.

Il est plus facile maintenant de démontrer que la plupart des roches que nous avons draguées sont véritablement en place.

Voici quelques observations qui permettent dans un grand nombre de cas de résoudre ce problème ; j'ai été conduit naturellement à répéter certaines de celles qui ont été faites par R.-H. Worth (226), à propos de la fructueuse croisière de l'« *Oithona* », en 1906.

1° Roches montrant des traces de cassures fraîches. J'ai observé plusieurs cas bien typiques pour lesquels on peut penser que les échantillons ont été détachés de leur affleurement par la drague. A la station 230, par 79 m. de profondeur, nous avons recueilli de nombreux blocs de calcaire marneux parmi lesquels un échantillon pesant 1 kg. 520 représente un fragment de banc, montrant plusieurs faces de cassure (pl. I, fig. 3, p. 51). A la station 390, par 39 m. de fond, la drague a brisé un bloc de granite pesant 3 kg. 450.

Il faut remarquer que certaines roches peuvent se trouver fragmentées dans la drague par la pression des autres roches pendant la montée et au moment où l'on vide le sac sur le pont : mais dans ce cas on retrouve facilement les différents morceaux qui appartiennent au même bloc. Enfin il peut arriver que les fragments brisés par la drague ne proviennent pas d'un affleurement mais d'un gros bloc isolé.

2° La drague travaille durement et ne ramène pas d'échantillons. Le substratum doit être constitué par une surface rocheuse très dure, sans doute une *tête de roche* primaire. En effet l'expérience nous a montré que les affleurements de calcaires secondaires ou tertiaires se présentent sous forme de plaquettes faciles à détacher. A la station 418, près de la pointe de Jerd'heux, à 50 m. de profondeur, le câble saute brusquement, la drague reste accrochée au fond, il faut faire « machine arrière » pour la dégager ; un deuxième coup de drague rencontre les mêmes difficultés ; on ramène en tout deux galets, mais la roche du fond n'a pu être brisée. J'ai indiqué sur la carte géologique, dans ce cas et dans des cas analogues, la présence d'une tête de roche primaire (signe X, carte XV, p. 182).

3° Nombreuses plaquettes de roches tendres. Nous avons souvent dragué des calcaires secondaires ou tertiaires à l'état de fragments de bancs non roulés, situés évidemment au voisinage d'un affleurement : ces roches, étant donné la facilité avec laquelle elles se désagrègent, ne peuvent avoir subi un long transport. Le cas est plus rare pour les roches primaires ; cependant nous en avons des exemples : à la station 266, à 14 m. de profondeur, la drague a ramené de nombreuses lames de schistes vert tendre (fig. 13, p. 61) du Briovérien (60 % environ des échantillons).

4° Nombreux blocs habités par des animaux perforants. J'en conclus que ces blocs ne sont pas roulés par les courants, car les animaux perforants ne pourraient y subsister. Dans de nombreux cas, on recueille des fragments de bancs perforés analogues à ceux que l'on peut observer au bord de la mer, dans les pays calcaires (calcaires bathoniens de Luc-sur-Mer, craie des environs de Dieppe, etc.). J'ai recueilli par exemple, à la station 228, au Sud-Est du cap Lizard, des plaquettes d'argiles sableuses rouges (80 % des échantillons) creusées de longues galeries dans lesquelles se trouvaient de nombreux exemplaires vivants de *Pholadidea papyracea* (fig. 15, p. 77). A la station voisine 230, la drague a ramené un énorme fragment de calcaire liasique dont la surface est « durcie et perforée » (pl. II, fig. 4, p. 87).

5° Roches de forme irrégulière, anguleuse. Les échantillons recueillis présentent souvent des arêtes vives (pl. I, fig. 2, p. 51) quelquefois même tranchantes, montrant ainsi qu'ils ne peuvent avoir subi un long transport par les courants. Les silex ont parfois une forme très irrégulière, biscornue (pl. III, fig. 3, p. 121).

6° Pierres portant à leur surface des croûtes d'Algues ou d'animaux fixés. Ces pierres sont évidemment immobiles au fond de la mer. Les Algues et les animaux délicats seraient inévitablement détruits par un long transport. Nous avons souvent recueilli des échantillons couverts d'un véritable feutrage d'animaux : buissons de Bryozoaires et d'Hydrozoaires (pl. I, fig. 6, p. 51), croûtes formées de Balanes et de tubes d'Hermellidés (pl. I, fig. 5, p. 51), touffes serrées de Modioles attachées par leur byssus (fig. 24, p. 134). L'examen du *bios* fixé permet de se faire une idée de la position des cailloux sur le fond ; la partie enfoncée dans le sable ou se trouvant en contact avec d'autres pierres reste lisse. Parfois les cailloux sont empilés les uns sur les autres et ne se touchent qu'en quelques points de sorte qu'ils sont presque entièrement couverts de bios. Il faut remarquer qu'au voisinage de la côte des vagues de tempête ou des courants exceptionnels peuvent entraîner des blocs dans les régions profondes où ils restent ensuite immobiles ; le temps nécessaire au peuplement de leur surface est assez court ; les scories

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE I

COMMENT RECONNAITRE LES ROCHES « EN PLACE »

Fig. 1. — Bloc anguleux de la taille d'un pavé, couvert de Balanes et de Bryozoaires. Longueur : 15 ‰ ½ ; grès jaunâtre. St. 2.033, à l'Est de Jersey, à 22 m. de profondeur.

Fig. 2. — Bloc de forme très irrégulière. Hauteur : 15 ‰ ½ ; grès feldspathique. St. 221, au large de la baie de Saint-Brieuc, à 25 m. de profondeur.

Fig. 3. — Fragment de calcaire liasique brisé sur le fond par la drague : *b*, face supérieure du banc calcaire ; *f*, faces de cassure. Longueur : 13 ‰. St. 230, au Nord de la Fosse centrale, à 73 mètres de profondeur.

Fig. 4. — Plaquette perforée portant une valve d'Huître. Calcaire de l'Oolithique. Longueur : 10 ‰. St. 539, au Nord de Bernières, à 23 m. de profondeur.

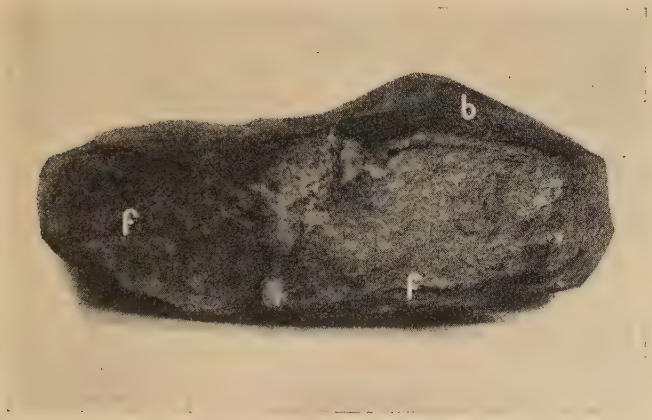
Fig. 5. — Bloc de grès couvert de tubes d'Annélides (Hermelles, *h*, et Serpules, *s*). Longueur : 13 ‰. St. 258, à l'Ouest de la pointe de Barfleur, à 32 m. de profondeur.

Fig. 6. — Bloc couvert de Flustres. Longueur : 23 ‰ ; grès blanc grossier. St. 255, au large du cap d'Antifer, à 27 m. de profondeur.

(Clichés L. D.)

1

2



3

4

5

6

PLANCHE I.

et les morceaux de charbon rejetés par les navires sont envahis par les animaux qui se logent dans leurs anfractuosités ou à leur surface. La présence de bios abondant n'est donc pas suffisante pour pouvoir affirmer qu'une roche est en place ; elle prouve simplement que cette roche se trouvait depuis quelque temps dans ce gisement. Cependant, quand il s'agit d'un gros échantillon dragué au large, il y a de fortes présomptions pour qu'il soit en place. Un bel exemple de fond pierreux surmonté d'une croûte épaisse d'animaux fixés est fourni par la station 516, au Nord de Cherbourg : on observe à la surface des cailloux de nombreux tubes d'Hermellidés et des colonies de grosses Balanes, le tout couvert de grappes de Modioles.

7° Nombreux galets de roches tendres (marne, calcaire, craie). La présence, dans un dragage, de roches tendres, même à l'état de galets, doit toujours éveiller l'attention : elle peut indiquer la proximité d'un gisement, car ces roches se désagrègent facilement et ne peuvent subir un long transport. Il est intéressant d'observer ce qui se passe actuellement au pied des falaises de craie : les blocs crayeux éboulés se transforment en galets et s'usent rapidement de sorte qu'en s'éloignant de quelques centaines de mètres de la falaise, au niveau d'une vallée par exemple, on ne trouve plus guère dans le cordon littoral que des galets de silex. D'autre part les roches calcaires sont attaquées par les animaux perforants : celles qui ont été transportées isolément au milieu de roches dures sont vite détruites ; leur présence dans un dragage indique donc généralement la proximité d'un gisement.

8° Roches anguleuses dépourvues de bios. Au premier abord on pourrait croire qu'elles proviennent d'un transport récent ; en réalité il s'agit souvent de roches entièrement couvertes par les sédiments actuels. Nous avons ainsi dragué des amas de silex enfouis dans le sable, en particulier dans la Fosse centrale.

9° Roches anguleuses analogues à celles qui affleurent sur le rivage voisin. Il est naturel de penser qu'elles proviennent d'un affleurement qui prolonge sous la mer les rochers littoraux. A la station 539, par exemple, la drague a ramené de nombreux échantillons de calcaires bathoniens perforés identiques à ceux de Luc-sur-Mer.

10° Roches analogues trouvées dans deux stations voisines. Ces roches sont probablement en place. Il serait invraisemblable de supposer qu'on a rencontré chaque fois des échantillons de délestage analogues. Ainsi en 1923, à la station 385, nous avons trouvé des silex irréguliers et des blocs de roches primaires ; or en 1926, la station 2.010, à un mille environ de la station 385, a donné les mêmes résultats. J'en conclus qu'une même formation s'étend dans cette région.

Ces observations m'ont servi de guide dans l'interprétation des résultats de dragage. Evidemment, il est difficile d'avoir la preuve certaine qu'une roche sous-marine est vraiment en place, si l'on ne peut pas aller la chercher en scaphandre au fond de l'eau; mais dans la plupart des cas, il est possible d'avoir de fortes présomptions à ce sujet.

D'ailleurs, l'examen de la carte géologique publiée (carte XV, p. 182) suffit à prouver que les roches recueillies par nous ne sont pas distribuées au hasard sur le fond et qu'elles ne représentent pas des galets transportés par les courants actuels. Chaque région est caractérisée par des affleurements spéciaux : sur une étendue de plusieurs milles carrés, au Nord de Cherbourg, il est impossible de donner un coup de drague sans ramener des échantillons de calcaire.

L'Eocène affleure dans la région des îles anglo-normandes et au large de Roscoff, le Lias s'étend au Nord de Cherbourg et au Sud d'Eddystone, le Permo-Trias plus à l'Ouest, les silex se trouvent surtout dans la Fosse centrale et à l'entrée de la Manche, la craie blanche au sud de l'île de Wight ; les amas de *Nummulites lævigatus* n'ont été observés qu'en Manche orientale.

Nous avons vu quel était le degré de précision qu'on pouvait atteindre dans le repérage

des stations et par conséquent des affleurements indiqués sur la carte ; les limites géologiques ne peuvent être tracées d'une façon rigoureuse. De plus, il arrive que la drague traîne sur un long parcours et ramène des roches d'origine différente. On ne devra donc pas s'étonner de trouver souvent sur la carte géologique (carte XV) plusieurs signes au même point.

Les arguments fournis dans les pages précédentes permettent d'affirmer que la plupart des roches recueillies par nous, dans la Manche, au large et à une grande profondeur, sont bien en place et de dire après M. Thoulet : « Avant tout, il importe de savoir s'il existe une géologie sous-marine. La réponse n'est pas douteuse. »

CHAPITRE III

Exposé préliminaire sur la Manche

Avant d'aborder les différents chapitres concernant les résultats de dragage, il me paraît utile de faire un bref exposé sur la bathymétrie (étude du relief sous-marin) et sur la géologie de la région de la Manche (1).

A. — BATHYMÉTRIE

L'étude du relief sous-marin de la Manche, d'après les cartes marines, peut être utile pour résoudre certains problèmes géologiques. Je décrirai rapidement ici l'aspect qu'il présente (courbes de niveau, carte XV, p. 182).

La Manche est une mer peu profonde offrant l'aspect d'une large vallée inclinée à l'Ouest, au milieu de laquelle se trouve creusé un lit relativement profond, correspondant à la Fosse centrale; dans la région orientale, la profondeur est presque partout inférieure à 60 m. ; elle n'est encore que d'une centaine de mètres à l'entrée occidentale ; pour trouver des profondeurs supérieures à 110 m., en dehors de la Fosse centrale, il faut dépasser le méridien d'Ouessant.

La pente depuis Douvres jusqu'au Nord du Cotentin est très faible et correspond à celle d'une vallée dont l'évolution est avancée (DE LAUNAY, 139). Les *vallées sous-marines* de la Seine, de la Sélune et du Couesnon ressemblent à des affluents de cette vallée centrale.

La Fosse centrale a un profil longitudinal assez singulier : elle est divisée en plusieurs tronçons dont la pente est diversement inclinée, et elle présente une forte contre-pente à l'Ouest ; en effet, le fond qui est à la cote — 172 au Nord des Casquets, n'atteint plus que la cote — 110 au méridien de Paimpol, et — 85 au Nord de l'île de Batz. Pour retrouver une cote — 150, il faut sortir de la Manche et approcher du banc Parsons, à plus de 50 milles au delà d'Ouessant. On peut se demander si la Fosse centrale ne correspond pas en réalité à une région d'affaissement, à une sorte de fossé effondré entre failles.

Les profils transversaux de la Manche montrent que le relief est dans l'ensemble remarquablement uniforme. A l'Ouest, entre les roches de Porsal, au Nord de Brest, et le cap Lizard, le fond est tout à fait plat, sauf au voisinage de la Bretagne et de la Cornouaille anglaise.

On constate que, dans toute la région occidentale, les pentes relativement fortes ne se rencontrent qu'autour des côtes et dans la Fosse centrale et même pour cette dernière il faudrait des sondages plus nombreux pour savoir s'il existe réellement des abrupts importants. On est ainsi conduit à penser que les affleurements de roches primaires correspondent aux fortes pentes et qu'ils cessent d'exister dans les parties aplanies de la Manche occidentale. C'est ce que nos dragages sont venus confirmer.

(1) J'ai trouvé commode d'employer, au cours des descriptions, les termes suivants : *entrée occidentale de la Manche* (entre Ouessant et le cap Lizard), *Manche occidentale*, *Manche centrale* (entre le Cotentin et l'île de Wight), *Manche orientale*.

Le relief est encore moins accentué dans la Manche orientale, sauf au voisinage du Pas-de-Calais, où l'on constate l'existence de plusieurs bancs allongés, le Varne, le Colbart, le Vergoyer, qui correspondent, comme l'ont montré les recherches de géologie sous-marine antérieures aux nôtres, à des plissements affectant les couches jurassiques et crétacées.

B. — GÉOLOGIE

La Manche sépare des régions qui ont eu une histoire géologique analogue : à l'Est, le bassin de Londres est l'équivalent du bassin de Paris ; ces deux régions ont été autrefois continues et présentent les mêmes empilements d'assises secondaires et tertiaires, de sorte qu'on les réunit généralement sous le nom de *bassin anglo-parisien*. Les mêmes couches de craie s'observent de chaque côté du Pas-de-Calais, l'anticlinal du Boulonnais se prolonge par le dôme du Weald, la cuvette tertiaire de l'île de France trouve ses équivalents dans le bassin de Londres proprement dit et dans celui du Hampshire. Vers la limite occidentale du bassin, affleurent, de part et d'autre, des *auréoles* de terrains de plus en plus anciens à mesure qu'on s'avance vers l'Ouest : Oolithique, Lias, Trias.

A l'Ouest, le *massif armoricain*, le massif ancien du Cornwall et du Devon sont les restes de la *chaîne hercynienne* ; ils s'ennoyent vers l'Est sous les assises secondaires et tertiaires du bassin anglo-parisien qui les recouvrent en discordance. Ainsi pour certains observateurs, la Manche pourrait être considérée comme une mer très récente, formée sur l'emplacement d'une ancienne vallée creusée à l'air libre ou d'une dépression tectonique et ayant séparé plus ou moins brusquement deux domaines semblables ; dans ce cas chacune de ces parties se rattacherait à la région voisine de la terre ferme, la partie orientale de la Manche au bassin anglo-parisien, sa partie occidentale aux massifs primaires ; on pourrait deviner la nature géologique du fond par le simple examen des rivages, et il suffirait pour en dresser la carte de prolonger les diverses bandes colorées des cartes française et anglaise en les rejoignant à travers la Manche.

En réalité, « l'histoire géologique du canal de la Manche » (Hébert, 110) est très complexe ; il y a d'ailleurs longtemps qu'on a cherché à résoudre les intéressants problèmes qui s'y rattachent.

Un des plus captivants parmi ceux qui ont retenu l'attention des géologues a consisté à rechercher quel rôle avait joué la Manche occidentale, au cours des temps secondaires et tertiaires, et à quelle époque s'était ouverte la première communication entre l'Atlantique et la mer du bassin de Paris.

En 1880, Hébert (110) écrivait : « Pendant cette immense période des temps jurassiques et crétacés, l'Angleterre et la France restaient unies par la large bande de roches anciennes dont le bord oriental s'étendait de Barfleur à Start Point, et qui, à l'Ouest, joignait la Bretagne au pays de Cornouaille. La partie la plus large de la Manche était une terre ferme où certainement la mer jurassique et la mer crétacée n'ont jamais pénétré jusqu'à l'époque de la craie de Meudon. » Il ajoutait en note infrapaginale : « à l'exception peut-être de l'époque cénomanienne ».

En 1903, M. Douvillé (81) se fondant sur l'examen des faunes jurassiques des falaises de Normandie, exprimait l'idée que la « trouée de la Manche » avait été ouverte très probablement dès le Jurassique.

En 1908, R.-H. Worth (226), après la campagne de dragages de l'"*Oithona*", pouvait affirmer qu'il existait au Sud du Cornwall et du Devon une dépression très ancienne indiquée dès l'époque du « New Red Sandstone » et occupée par les mers du Lias.

On voit donc combien il était intéressant de chercher à connaître l'extension des mers secondaires et tertiaires dans la Manche occidentale et les différentes époques où la « trouée de la Manche » s'est trouvée réalisée. C'est ce que nous avons essayé de faire en multipliant les dragages dans la Manche occidentale et nous avons été assez heureux pour trouver un grand nombre de gisements prouvant l'existence de cette « trouée de la Manche ».

Beaucoup d'autres problèmes se posent à propos de la géologie de la Manche ; citons quelques-uns de ceux auxquels nous pensions au début de ces recherches. L'anticlinal du Pays de Bray se continue-t-il à travers la Manche? Que deviennent dans leur partie sous-marine les plis si accentués de l'île de Wight? La Fosse centrale est souvent considérée comme une ancienne vallée qui s'est déversée dans l'Atlantique ; or, cette vallée présente vers l'Ouest une forte contrepente ; faut-il supposer que sa portion occidentale est remblayée par les sédiments actuels ? N'est-elle pas plutôt une dépression d'origine tectonique? Comment se fait la jonction des plis de la Bretagne et de ceux de la Normandie? Est-il possible de suivre leurs traces sous la mer ?

Une partie seulement de ces questions ont pu être abordées, mais on peut dire que bien d'autres problèmes ont été posés et que certains ont été résolus grâce à la géologie sous-marine ; la moisson de faits nouveaux a été abondante.

Les matériaux recueillis appartiennent à diverses formations géologiques, depuis le Primaire jusqu'au Quaternaire : les plus importants concernent le Lias, le Crétacé supérieur, l'Eocène et le Quaternaire.

CHAPITRE IV

Primaire

Les terrains primaires affleurent sur la côte anglaise de la Manche, dans les comtés du Cornwall et du Devon, depuis Land's End jusqu'à Torbay ; ce sont eux qui forment la pointe Sud-Ouest de l'Angleterre, prolongée par les îles Sorlingues (ou Scilly) ; ils constituent également deux presqu'îles importantes séparées par une grande baie, les presqu'îles du cap Lizard et de Start Point.

Les terrains primaires plissés à l'époque carbonifère suivant une direction générale Est-Ouest comprennent au voisinage de la côte les principales roches suivantes (89, 211) : roches cristallines : granites, pegmatites, diabases, etc., par exemple le granite du massif de Land's End; — roches pré-ordoviciennes, d'âge indéterminé : les micaschistes et schistes à hornblende de Lizard, les micaschistes de Bolt Head, etc. ; — roches ordoviciennes : grès et schistes affleurant principalement dans la région de Dodman Point ; — roches dévoniennes : grès, schistes et calcaires formant une série épaisse occupant la plus grande partie de la région, par exemple les calcaires de Plymouth.

Au massif primaire anglais correspond, de l'autre côté de la Manche, le massif armoricain dont les terrains, plissés également à l'époque carbonifère, affleurent en falaise depuis les roches de Porsal, au nord de Brest, jusqu'à Saint-Waast-la-Hougue, à l'Est du Cotentin. Le golfe normano-breton sépare la partie maritime de la Bretagne de celle du massif ancien de Basse Normandie ; nous verrons plus loin que ce golfe a une origine très ancienne ; par suite de son existence, il est souvent difficile de raccorder exactement les plis bretons et normands.

Les affleurements des couches cambriennes et siluriennes plissées déterminent l'emplacement des principales unités tectoniques du massif ancien de Basse Normandie; ce sont, pour la partie de ce massif qui nous intéresse directement : les plis du Cotentin, parmi lesquels le pli de Carteret contient les couches cambriennes fossilifères découvertes récemment par M. Bigot (23, 24), le pli de Régneville, la zone bocaine, formant un immense arc convexe vers le Nord qui se poursuit depuis la région de Granville jusqu'à Falaise. Ces plis possèdent dans la partie occidentale du massif une direction Sud-Ouest, Nord-Est (direction calédonienne).

Les principales formations qui affleurent dans ces plis sont : le Cambrien composé des schistes rouges, des calcaires, des grès feldspathiques ; le Silurien, comprenant surtout le grès armoricain, les schistes à Calymènes, les grès de May, les schistes à *Trinucleus*.

Entre ces plis affleurent les phyllades de Saint-Lô (Briovérien) également plissées, et des massifs de roches cristallines dont les principaux sont : les massifs granitiques de la Hague, de Barfleur, de Flamanville, d'Avranches et le massif dioritique de Coutances ; ces massifs sont entourés d'auréoles de roches métamorphiques : le minerai de fer de Dielette d'âge dévonien a été métamorphisé par le granite de Flamanville.

La partie septentrionale de la Bretagne offre une complication géologique très considérable, et l'âge des terrains y est presque partout en discussion (12, 155). Au point de vue géographique, elle forme plusieurs plateaux inclinés vers la mer : les plateaux du Léon, du Trégorrois, de Penthièvre, de Poudouvre (10). Ces plateaux sont échancrés par des baies profondes : les baies de

Morlaix, de Saint-Brieuc, du Mont-Saint-Michel. Les terrains primaires plissés ont une direction Sud-Ouest, Nord-Est plus ou moins redressée vers le Nord : la côte est tantôt parallèle aux plissements, tantôt perpendiculaire et, dans ce cas, sa direction paraît avoir été influencée par des accidents transversaux.

On trouve dans cette région septentrionale de Bretagne d'importants massifs de roches cristallines comme en Normandie : granite de Lanildut, granite de Plouaret, granulite de l'île Grande, diorite du cap Fréhel. Cette dernière paraît se prolonger en Normandie par la diorite de Coutances. On trouve également comme en Normandie des schistes briovériens : schistes de Morlaix, schistes de Lamballe, schistes du marais de Dol. Mais il existe en outre d'importantes séries de roches qui ne se rencontrent pas en Normandie : roches cristallophylliennes du Léon : gneiss, micaschistes, pyroxénites, etc. ; roches variées de la série éruptive du Trégorrois : porphyrites, spilites, tufs, etc. ; roches cristallophylliennes du massif de Saint-Malo : granulites feuilletées, gneiss granulitiques. Une partie de ces roches cristallophylliennes et éruptives semblent être d'âge dévono-carbonifère (155).

Le plateau septentrional de Bretagne est sillonné principalement dans la région de Saint-Malo par d'innombrables filons de diabase.

Enfin, il existe de chaque côté de la baie de Saint-Brieuc des formations spéciales : grès d'Erquy et du cap Fréhel, schistes et grès de Bréhec, dont j'aurai l'occasion de parler à propos des grès feldspathiques.

Les formations primaires des îles anglo-normandes rappellent tantôt celles de Normandie, tantôt celles de Bretagne : l'archipel des Chausey est entièrement formé de granite ; le plateau des Minquiers de gneiss granulitiques ; à Jersey, on trouve des schistes briovériens, des conglomérats analogues à ceux du cap Fréhel, des roches éruptives rappelant celles du Trégorrois, etc. ; à Guernesey, des schistes briovériens, des gneiss, du granite à amphibole, etc. ; à Aurigny, des poudingues analogues à ceux du Cambrien de Normandie, etc.

J'ai recueilli par dragage une grande partie des roches que je viens de citer, mais la plupart se trouvent à l'état de galets ou de blocs anguleux transportés par les glaces flottantes, de sorte que je les étudie dans le chapitre du Quaternaire (p. 153). Il est rare en effet de détacher des fragments en place de grès durs ou de roches cristallines ; la manœuvre de la drague dans les parages où se trouvent des têtes de roches primaires est d'ailleurs difficile et même souvent dangereuse.

Cependant, dans quelques cas, les dragages ont donné de bons résultats sur des affleurements de roches primaires : c'est ainsi que j'ai pu recueillir en place, dans le golfe normano-breton, des schistes tendres et des grès argileux du Briovérien, des grès feldspathiques. J'étudierai donc successivement ces dernières roches. Je signalerai également quelques autres roches primaires intéressantes et j'indiquerai les stations où la drague paraît avoir heurté des têtes de roches primaires sans réussir à les briser. Le plan du chapitre est donc le suivant :

A. — Briovérien

B. — Grès feldspathiques.

C. — Autres roches primaires

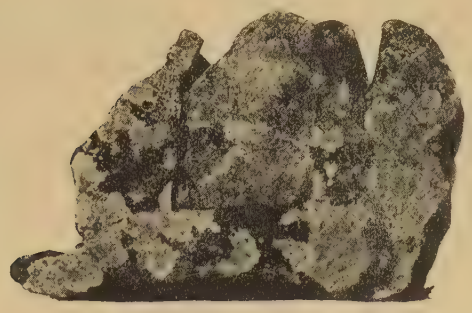


Fig. 13. — Schistes briovériens en lames de forme irrégulière, couvertes de Bryozoaires. Longueur de la lame couchée : 14 $^{c}/_{m}$. St. 264, au Sud-Est de Serck, à 53 m. de profondeur. (Cliché L. D.)

A. — BRIOVERIEN

M. Barrois a désigné sous le nom de *Briovérien* (de *Briovera*, Saint-Lô, en Normandie) des formations dont l'âge est discuté et qui sont représentées généralement par des schistes verts en lames ou en dalles (schistes de Morlaix, schistes de Lamballe, schistes de Rennes, schistes du marais de Dol, phyllades de Saint-Lô) au milieu desquels peuvent s'intercaler des bancs de grès argileux (souvent désignés sous le nom de grauwacques), de calcaires en bancs lenticulaires (calcaires de La Meauffe, dans la Manche, du Dourdu, près de Morlaix, de Saint-Thurial, au Sud de Rennes) et aussi de phtanites (phtanites de Lamballe). Ces formations ont été désignées par la lettre X sur les cartes géologiques de Bretagne et de Normandie ; elles occupent une étendue considérable (carte VI, p. 64).

Elles ont été considérées longtemps comme précambriennes, et d'ailleurs elles fournissent en certains points des galets aux poudingues de base du Cambrien (vallée de la Laize). Mais de nombreuses recherches ont montré que sous le nom de Briovérien se trouvaient réunis des terrains d'âge différent. Récemment les calcaires de Saint-Thurial et du Dourdu ont fourni à M. Milon une microfaune d'âge viséen probable (152 *bis*, 155) caractérisée principalement par des Foraminifères *(Endothyra, Valvulina)*. Il existe donc un *problème du Briovérien* dont il est question dans de nombreuses publications récentes (12, 24, 127, 128, 152 *bis*, 155).

Dans la région du marais de Dol, d'Avranches, de Saint-Lô, les schistes briovériens ont un faciès assez uniforme : ce sont en général des schistes tendres, souvent altérés sur une grande épaisseur, et des grès en bancs minces. Voici quelques caractères des schistes, d'après M. Kerforne (128) : « L'altération superficielle souvent très accentuée et très profonde leur donne quelques caractères particuliers qui permettent souvent, plus que la nature de la roche franche, de les distinguer des autres formations schisteuses paléozoïques. Par altération, ils se décolorent et deviennent gris verdâtre, ou bleuâtre, quelquefois jaunâtres ou ocreux, généralement avec des teintes claires ; quelquefois ils se transforment plus ou moins complètement en une argile peu consistante de même couleur. Un caractère presque constant est la présence dans leur masse de nombreux filonnets de quartz irréguliers. Ils occupent en général un relief très effacé ».

Ces schistes affleurent en larges auréoles métamorphiques autour des massifs de roches cristallines, et sont transformés en schistes noduleux, schistes tachetés, schistes micacés.

J'ai recueilli dans le golfe normano-breton (carte VI, p. 64) un grand nombre d'échantillons dont le faciès est analogue à celui des roches briovériennes affleurant dans les régions voisines (marais de Dol, environs de Saint-Lô). Je les rapporte donc au Briovérien, en réservant naturellement la question de leur âge.

Les listes suivantes contiennent les observations faites sur les échantillons de dragage : j'indique principalement la taille et la forme des blocs, l'aspect de leur surface, leur nature géologique.

Dans l'appendice placé à la fin de l'ouvrage se trouvent d'autres listes qui contiennent des renseignements concernant la situation du point de dragage, la profondeur, le travail de la drague, le bios, les sédiments actuels, etc. Il sera donc utile de s'y reporter pour savoir dans quelles conditions de gisement les échantillons ont été recueillis.

1. — ROCHES BRIOVÉRIENNES TRÈS ABONDANTES

CARTE VI (p. 64)

Les stations sont rangées en divers paragraphes auxquels correspondent les signes des cartes. Pour chaque paragraphe les stations sont classées dans l'ordre chronologique.

Dans cette première liste sont groupées les stations qui ont fourni 50 % ou davantage de roches briovériennes ; j'ai considéré que ces roches avaient été draguées au voisinage de leur gisement.

STATION 61. — Au Sud des Chausey, à 20 m. de profondeur. La drague ramène de nombreux échantillons de forme irrégulière, couverts de Bryozoaires, de Lithothamniées, de Balanes, de tubes de Serpules et d'Hermelles. Ce sont des schistes verts, légèrement métamorphiques (schistes tachetés).

STATION 66. — Au Nord-Ouest de Cancale, à 20 m. de profondeur. Beaucoup d'échantillons présentent des formes anguleuses ; ils portent des croûtes de Bryozoaires, d'Hermelles. Schistes et grauwacques très abondants ; les schistes sont légèrement tachetés et parfois pyriteux.

STATION 217. — Au Sud-Ouest de Jersey, à 40 m. de profondeur. On recueille une grande quantité de blocs rocheux de nature variée (schistes, grès, roches cristallines, silex), mais 60 % environ des échantillons sont constitués par des schistes verts en lames et des grès argileux du Briovérien. Ces roches ont une surface couverte de Bryozoaires, des arêtes parfois tranchantes ; un fragment pèse 100 gr., un autre mesure 15 ‰ de longueur.

Ces échantillons ressemblent à ceux qu'on peut observer à marée basse autour d'un écueil schisteux ; les galets de schistes tendres s'usent vite lorsqu'ils sont roulés par la mer le long d'un cordon littoral et ils ne se montrent en abondance qu'au voisinage de leur lieu d'origine ; de même, à cette station, l'abondance des schistes semble bien indiquer le voisinage d'un affleurement.

STATION 264. — Au Sud-Est de Serck, à 53 m. de profondeur. La drague ramène des roches et des graviers parmi lesquels les schistes briovériens dominent (70 % environ) ; ainsi 280 gr. de graviers contiennent 70 gr. de schistes, 100 gr. d'autres roches, 110 gr. de coquilles et de débris organiques. Les lames schisteuses ont une forme très irrégulière (fig. 13, p. 61) ; beaucoup d'échantillons montrent des arêtes tranchantes tandis que les plus petits (de longueur inférieure à 5 ‰) ont les bords arrondis. Un échantillon mesure 12 ‰ de longueur sur 8 ‰ de largeur ; six fragments dépassent 10 ‰ de longueur, 30 dépassent 5 ‰. Leur surface est couverte, souvent presque entièrement, de Bryozoaires, d'Hydrozoaires, de Spirorbes.

Ce sont des schistes verdâtres, un peu micacés, se brisant facilement à la main.

2. — ROCHES BRIOVÉRIENNES ABONDANTES

Pour les stations suivantes, les roches briovériennes représentent 10 à 50 % des échantillons de dragage.

STATION 67. — Au Nord de Cancale, à 20 m. de profondeur. Schistes verdâtres dont la surface est couverte de Lithothamniées, de Balanes, de tubes d'Hermelles.

STATION 265. — Au voisinage des Pierres de Lecq, à 30 m. de profondeur. Grandes lames de schistes verts couvertes surtout de tubes d'Hermelles ; certaines atteignent 12 ‰ de longueur.

STATION 266. — Au Sud de Jersey, à 14 m. de profondeur. Lames de schistes vert sombre encroûtées par des algues calcaires.

STATION 268. — Près de la Basse des Sauvages, à 28 m. de profondeur. Schistes plissotés montrant des parties bréchoïdes.

STATION 269. — Près de le Basse des Sauvages, à 23 m. de profondeur. Schistes verts couverts d'un enduit brun dû à des algues.

STATION 426. — Entre La Fresnaye et le Grand Banc, à 21 m. de profondeur. Schistes tendres.

3. — ROCHES BRIOVÉRIENNES PEU ABONDANTES

Pour ces stations les roches briovériennes représentent moins de 10 % des échantillons de dragage.

STATION 31. — Au large de la baie de Saint-Brieuc, à 32 m. de profondeur. Schistes.

STATION 34. — Au Nord-Ouest du cap Fréhel, à 28 m. de profondeur. Schistes.

STATION 36. — Au Sud-Ouest des Minquiers, à 35 m. de profondeur. Grès argileux.

STATION 38. — Petits galets de phtanite.

STATION 59. — A l'Ouest des Roches Douvres, à 60 m. de profondeur. Schistes.

STATION 216. — Près de Jersey, à 20 m. de profondeur. Plusieurs échantillons de phtanite parmi lesquels un bloc de la taille du poing, traversé par de minces filonnets quartzeux blancs. Ces échantillons peuvent provenir directement d'affleurements briovériens ou dériver du poudingue de Jersey à gros galets de phtanites.

STATION 221. — Au large de la baie de Saint-Brieuc, à 25 m. de profondeur. Schistes.

STATION 222. — Idem, à 35 m. de profondeur. Schistes.

STATION 234. — Au voisinage de Barnouic, à 67 m. de profondeur. Schistes.

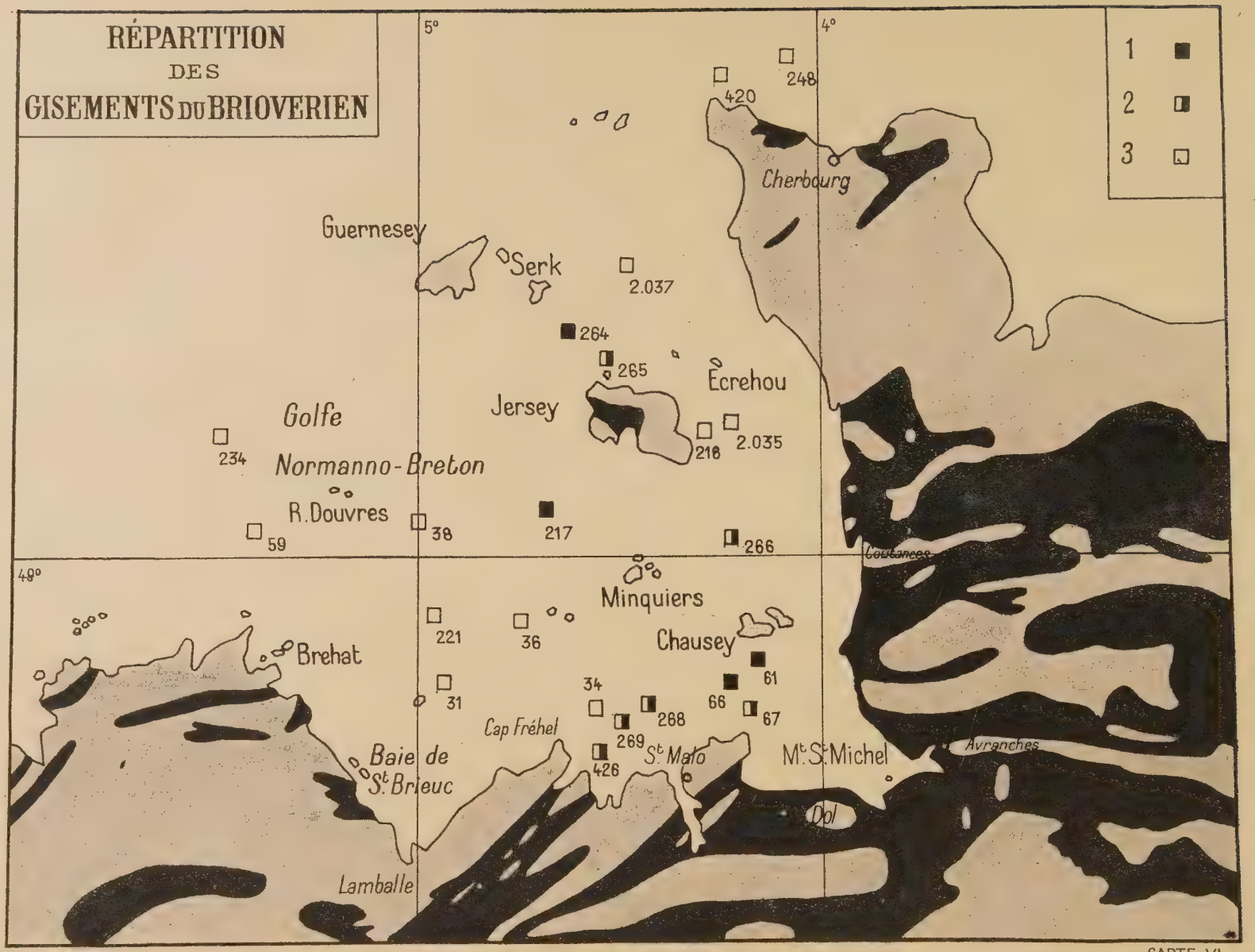
STATION 245. — Au Sud de Kimeridge, à 48 m. de profondeur. Schistes.

STATION 248. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Schistes.

STATION 420. — Au Nord de la Hague, à 75 m. de profondeur. Lames de schistes plissotés analogues à celles qu'on observe sur le littoral, près de Landemer, au Nord-Est de Cherbourg.

STATION 2.035. — A l'Est de Jersey, à 20 m. de profondeur. Grauwacque tendre verdâtre.

STATION 2.037. — A l'Est de Serck, à 37 m. de profondeur. Schistes verts.



Ateliers Blondel la Rougery, Paris

CARTE VI

1. Roches briovériennes très abondantes et affleurements du Briovérien en Normandie et en Bretagne; 2. Roches briovériennes abondantes; 3. Roches briovériennes peu abondantes.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

(Carte VI, p. 64)

Si nous examinons sur la carte la répartition des gisements du Briovérien, nous observons qu'ils sont situés presque tous dans le golfe normano-breton ; au voisinage de ce golfe, se trouvent précisément, comme nous l'avons déjà vu, d'importants affleurements de roches briovériennes : schistes de la région de Coutances, schistes du marais de Dol, schistes de Jersey. Nos dragages montrent que ces roches ont une vaste extension sous-marine. Quelques stations sont même situées dans le prolongement exact des affleurements connus à terre : ainsi les stations nos 426, 269, 268 sont alignées dans le prolongement de la bande de roches briovériennes de la baie de la Fresnaye.

Parmi les autres gisements, ceux de la première catégorie (1. Roches briovériennes très abondantes) ont été découverts dans les parties profondes des chenaux qui séparent les îles anglo-normandes : ainsi les stations 61 et 66 sont situées entre Chausey et Saint-Malo, la station 217 est entre Jersey et le plateau des Minquiers, la station 264 entre Guernesey et Jersey. Le Briovérien doit exister aussi entre Chausey et le plateau des Minquiers ; en effet, dans un travail sur les mouvements de la mer aux abords du Mont-Saint-Michel (78), le commandant Devoir écrit : « Quelques sondes donnent à penser qu'il existait jadis dans le Nord du plateau de Chausey des affleurements précambriens. » D'autre part, notre station 266 est située au Nord de Chausey. Il est donc naturel de penser que *la présence d'affleurements de roches tendres briovériennes a eu une influence importante sur le modelé de la région.* Sur le continent, les affleurements du Briovérien correspondent en général à des régions basses : l'estuaire de la Sélune, le marais de Dol sont creusés dans les schistes briovériens tandis que les roches cristallines résistantes sont restées en saillie, au Mont-Saint-Michel, au Mont-Dol, à la butte d'Avranches.

Dans l'île de Jersey, on observe deux grandes baies, celle de Saint-Ouen à l'Ouest, et celle de Saint-Aubin au Sud, creusées dans les schistes briovériens (carte géologique, feuille 27, Barneville); comme l'écrit Noury (162) « l'origine des grandes baies de Jersey est des plus faciles à découvrir », et plus loin « l'analogie entre la baie de Saint-Ouen et celle de Saint-Aubin me porte à croire que dans cette dernière il ne faudrait creuser qu'à une faible profondeur pour retrouver sous le sable un plateau schisteux ».

Les mêmes phénomènes s'observent dans le golfe normano-breton : *les îles et les écueils sont formés principalement de roches dures et les régions profondes doivent correspondre en grande partie à des affleurements briovériens.*

Le creusement de dépressions dans les schistes tendres ne suffit pas d'ailleurs à expliquer l'envahissement de cette région par la mer : j'aurai l'occasion de revenir sur l'histoire complexe du golfe normano-breton et de signaler que la mer éocène a déjà entouré complètement les différentes îles d'alors (p. 146).

Cette partie de la chaîne hercynienne correspond peut-être à une *aire d'ennoyage* qui au cours des temps géologiques post-primaires est restée une zone instable et a été soumise périodiquement à des phénomènes d'affaissement.

Quant aux gisements situés au Nord du Cotentin, ils ont fourni des schistes plissotés et satinés analogues à ceux qui affleurent sur le rivage aux environs de Landemer, au Nord-Ouest de Cherbourg.

Fig. 14. — Grès feldspathique. Bloc arrondi, couvert de Flustres, de Balanes, d'Hydrozoaires arborescents. Diamètre : 15 ⁄m. St. 248, au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. (Cliché L. D.)

B. — GRÈS FELDSPATHIQUES

Les grès feldspathiques de Normandie sont rangés dans le Cambrien (21, 24). Ils sont généralement compris entre les poudingues et schistes rouges cambriens d'une part, le grès armoricain de l'autre ; ils sont parfois séparés de ce dernier par un niveau schisteux. Ils forment des bancs détritiques, souvent très grossiers, à stratification entrecroisée ; leur épaisseur est très variable, ce qui s'explique facilement par les changements de faciès : ils manquent à Carteret, où la sédimentation vaseuse a envahi la partie supérieure du Cambrien et où l'on voit les quartzites armoricains succéder directement aux schistes rouges ; au contraire, dans les vallées de l'Orne et de la Laize, au Sud de Caen, ils se montrent extrêmement épais. Les principaux gisements situés au voisinage de la côte peuvent être observés dans la Hague (Beaumont, Omonville), dans la lande de Lessay, etc.

Au point de vue lithologique, les grès feldspathiques typiques grossiers se distinguent nettement des quartzites blancs ou gris de l'Ordovicien inférieur (grès armoricain) et des grès fins blancs ou roses de l'Ordovicien moyen et supérieur (grès de May).

On trouve sur la côte septentrionale de Bretagne des formations puissantes, dont le faciès rappelle beaucoup celui des grès feldspathiques de Normandie ; il s'agit des grès d'Erquy, du cap Fréhel et de Bréhec ; ce sont des grès blancs, jaunâtres ou plus généralement rosés, à grain grossier, à stratification oblique ; ils sont parsemés de cristaux ou de mouches feldspathiques. L'absence de fossiles et de relations stratigraphiques précises rend leur origine énigmatique. Leur contact inférieur se fait d'ordinaire par faille avec des terrains briovériens d'âge non moins douteux (Bréhec, Erquy). Les poudingues de base contiennent des galets extrêmement variés analogues à ceux du poudingue de Jersey. L'allure de ces formations est, elle aussi, un problème : au lieu d'être fortement redressées comme la plupart des terrains primaires de Bretagne, elles ont un pendage relativement faible.

Ces caractères particuliers ont suggéré à M. Kerforne, il y a plus de 10 ans, l'hypothèse que les poudingues et les grès du cap Fréhel et d'Erquy seraient d'âge permien (125). Quoi qu'il en soit, il y a là un problème important pour la géologie du massif armoricain : la solution en est intimement liée à celle du problème du Briovérien dont il a été question précédemment (p. 61).

Nous avons recueilli, par dragage, de très nombreux grès feldspathiques rappelant par leur faciès ceux de Normandie ou de la côte septentrionale de Bretagne (carte VII, p. 71) ; il a été impossible de les conserver tous ; ceux qui ont été étudiés au laboratoire et qui figurent dans la liste suivante ne représentent qu'une faible partie des blocs ramenés du fond ; cependant ils sont suffisants pour donner une bonne idée de leur distribution dans la Manche.

1. — GRÈS FELDSPATHIQUES TRÈS ABONDANTS

CARTE VII (p. 71)

Dans les deux stations suivantes, j'ai recueilli au moins 60 % de grès feldspathiques : je considère ces grès comme presque en place.

STATION 267. — A l'Ouest de Chausey, à 24 m. de profondeur. La drague ramène de nombreuses pierres parmi lesquelles 80 % environ de grès feldspathiques en fragments aplatis, anguleux, souvent altérés, à surface couverte de tubes d'Hermellidés. Un échantillon mesure 17 ‰ de longueur. Ce sont des grès roses, à grain grossier, montrant de nombreux points feldspathiques.

STATION 424. — Au Sud-Ouest des Minquiers, à 31 m. de profondeur. On recueille 60 % de grès du type d'Erquy ; la taille moyenne des blocs est de 12 ‰, leur forme est très diverse ; un fragment montre une face de cassure fraîche.

2. — GRÈS FELDSPATHIQUES ABONDANTS

Pour les stations suivantes, la proportion de grès feldspathiques parmi les échantillons de dragage est de 10 à 60 %.

STATION 22. — Au large de Saint-Malo, à 35 m. de profondeur. Blocs de grès rose couverts de Bryozoaires, de tubes de Serpules et d'Algues calcaires. Leur forme est généralement arrondie. Dimensions observées : 12 ‰ ×9×4, 12×8×4, 9×6×3.

STATION 31. — Au large de la baie de Saint-Brieuc, à 32 m. de profondeur. Grès roses ou jaunâtres montrant des mouches feldspathiques blanchâtres. Dimensions observées : 10×4×2 (bloc anguleux), 6 ‰ ×3×3, 5×3×2, 4×4×1.

STATION 32. — Au Sud-Ouest des Minquiers, à 35 m. de profondeur. Echantillons bien roulés, sauf un. Dimensions : 13 ‰ ×5×2, 8×6×4, 8×5×2, 8×4×4.

STATION 34. — Au Nord-Ouest du cap Fréhel, à 28 m. de profondeur. Galets de grès à grain grossier. Dimensions : 8 ‰ ×4×1 ½, 6×4×3, 6×4 ½×2.

STATION 36. — Au Sud-Ouest des Minquiers, à 35 m. de profondeur. Nombreux échantillons de grès plus ou moins grossier; deux fragments sont aplatis et anguleux. Dimensions: 12 ‰ ×7×6, 8×5×5, 7×5×2, 7×4×1 ½.

STATION 37. — Au Sud-Est des Roches Douvres, à 65 m. de profondeur. Fragments bien roulés. Dimensions : 7 ½ ‰ ×4×3, 7×4 ½×3, 6×4×3.

STATION 47. — Dans la Fosse de la Hague, à 107 m. de profondeur. Galets couverts de Bryozoaires ; grès rose ou jaunâtre. Dimensions : 10 ‰ ×7×3, 8×6×5, 6×6×3.

Station 55. — Au Nord de l'île de Batz, à 80 m. de profondeur. Echantillons bien roulés et couverts de Bryozoaires; grès grossiers blanchâtres et grès rosés à grain fin. Dimensions: 10 % ×6×4, 10×6×2, 6×6×1 ½.

Station 67. — Au Nord de Cancale, à 20 m. de profondeur. Nombreux blocs de grès feldspathiques roses ou jaunâtres, à grain en général grossier. Dimensions: 9 % ×6×1, 9×7×7, 8×6×5, 6×5×4.

Station 214. — Au Nord de la Fosse centrale, à 63 m. de profondeur. Un gros bloc d'arkose jaunâtre en forme de pavé (19 % ×17×13—7 kg. 700) ; ses bords sont arrondis et sa surface couverte de Bryozoaires ; un autre échantillon d'arkose aplati (27 cm.).

Station 220. — Au large de la baie de Saint-Brieuc, à 25 m. de profondeur. Echantillons nombreux et volumineux. Un énorme bloc aux bords arrondis, à surface couverte de Bryozoaires et d'algues calcaires (26 % ×18×10—5 kg. 500). Un fragment allongé de grès jaunâtre grossier (25 % ×18).

Station 222. — Au large de la baie de Saint-Brieuc, à 35 m. de profondeur. Un gros bloc de grès arkosique rougeâtre, aux bords arrondis, à surface couverte d'algues calcaires (21 % ×19×10—5 kg. 500). Un autre échantillon aplati (20 % ×14×5). Un fragment de grès jaunâtre très grossier s'effrite à la main ; sa surface porte des crochets d'Anomies.

Station 225. — A l'Ouest des Roches Douvres, à 69 m. de profondeur. Echantillons volumineux et arrondis de grès grossier rose ; leur surface est couverte de Bryozoaires, de tubes d'Hermelles. Poids observés : 1 kg. 700, 450 gr., 350 gr.

Station 226. — A l'Ouest de Guernesey, à 70 m. de profondeur. Six échantillons de grès rose bien roulés.

Station 229. — Au Sud-Est du cap Lizard, à 80 m. de profondeur. Grès rosés ou jaunâtres à grain fin. Un bloc à surface couverte de Bryozoaires, de Polypiers pèse 300 gr.

Station 249. — Au Nord de Cherbourg, à 53 m. de profondeur. Echantillons nombreux et volumineux couverts de tubes d'Hermelles, de Balanes ; grès rosés ou jaunâtres montrant des taches feldspathiques.

Station 258. — A l'Ouest de Barfleur, à 32 m. de profondeur. Nombreux fragments couverts de tubes de Serpules. Un bloc de grès rose très grossier (15 %—1 kg. 850).

Station 260. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Grès grossiers roses en blocs bien arrondis. Un échantillon pèse 1 kg. 050.

Station 262. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Grès grossiers. Un fragment aplati de grès arkosique blanchâtre (25 %). Un bloc pèse 590 gr.

Station 263. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Grès grossiers abondants. Un échantillon pèse 730 gr.

Station 264. — Au Sud-Est de Serck, à 53 m. de profondeur. Grès rougeâtres abondants.

Station 265. — Au voisinage des Pierres de Lecq, à 30 m. de profondeur. Plusieurs blocs volumineux. Un échantillon pèse 800 gr.

Station 266. — Au Sud de Jersey, à 14 m. de profondeur. Echantillons de grès feldspathiques blancs ou rosés plus gros que le poing.

Station 269. — Près de la Basse des Sauvages, à 24 m. de profondeur. Nombreux échantillons parfois anguleux. Dimensions : 9 % ×6×4.

Station 391. — Au Nord des Roches Douvres, à 59 m. de profondeur. Plusieurs blocs de grès rougeâtre dont un très volumineux (25 % ×18×7).

Station 423. — Au Nord-Ouest des Minquiers, à 40 m. de profondeur. Nombreux blocs de grès feldspathique jaunâtre à grain assez fin. Un échantillon rougeâtre très grossier.

Station 427. — Entre la Fresnaye et le Grand Banc, à 22 m. de profondeur. Grès feldspathiques roses nombreux.

Station 429. — Au large du cap Fréhel, à 24 m. de profondeur. Grès feldspathiques nombreux.

3. — GRÈS FELDSPATHIQUES PEU ABONDANTS

Ces grès représentent moins de 10 % des échantillons dragués.

Station 33. — Au Sud-Ouest des Minquiers, à 35 m. de profondeur. Grès grossiers montrant de gros fragments de feldspath (6 c/m ×4×1). Grès grossier blanc jaunâtre (8 c/m ×5×2 ½).

Station 38. — Un gros bloc couvert de Bryozoaires et de tubes d'Annélides (18 c/m ×12×7) : grès très grossier (grains de 1 à 2 m/m abondants) montrant des zones ferrugineuses parallèles comme dans le grès d'Erquy typique.

Station 40. — Au Sud de Guernesey, à 63 m. de profondeur. Petit galet de grès rougeâtre à grain assez fin.

Station 43. — Dans la Fosse centrale, à 103 m. de profondeur. Quelques échantillons roulés de grès rosé ou jaunâtre. Dimensions : 5 c/m ×5×3, 5×3×3.

Station 53. — Petit galet de grès rose montrant des mouches blanches.

Station 54. — Grès rosés peu typiques.

Station 58. — A l'Ouest des Roches Douvres, à 75 m. de profondeur. Echantillons roulés. Un galet de grès jaunâtre très grossier (8 c/m ×5×3).

Station 59. — A l'Ouest des Roches Douvres, à 60 m. de profondeur. Grès rose à grain fin.

Station 60. — Au Sud des Roches Douvres, à 45 m. de profondeur. Un gros galet de grès rose (13 c/m × 9×4).

Station 216. — Près de Jersey, à 20 m. de profondeur. Plusieurs fragments arrondis couverts de tubes d'Hermelles et d'algues calcaires. Un échantillon pèse 180 gr. Un bloc de grès de couleur brique montrant des taches feldspathiques jaunâtres.

Station 218. — A l'Est des Roches Douvres, à 40 m. de profondeur. Galets de grès très grossiers.

Station 231. — Au Nord de la Fosse centrale, à 80 m. de profondeur. Deux galets de grès rose couverts de Bryozoaires.

Station 233. — Au Sud de la Fosse centrale, à 78 m. de profondeur. Grès rose ou jaunâtre.

Station 234. — Au voisinage de Barnouic, à 67 m. de profondeur. Plusieurs blocs bien arrondis de grès rose assez grossiers couverts de Bryozoaires et de tubes d'Hermelles. Un échantillon pèse 700 gr.

Station 235. — Au Sud d'Eddystone, à 78 m. de profondeur. Un beau galet ovoïde de grès rose.

Station 244. — Au Sud de Portland, à 50 m. de profondeur. Petits galets de grès rosé ou jaunâtre.

Station 247. — Dans la Fosse centrale, à 80 m. de profondeur. Petits galets de grès rosé. Un échantillon à grain grossier.

Station 248. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Blocs de grès rosé ou jaunâtre très grossiers (fig. 14).

Station 261. — Au Nord de Cherbourg, à 70 m. de profondeur. Un bloc de grès rose gros comme le poing.

Station 268. — Près de la Basse des Sauvages, à 28 m. de profondeur. Petits fragments.

Station 386. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Grès roses. Un échantillon gros comme le poing.

Station 388. — Au Sud-Est de Guernesey, à 53 m. de profondeur. Grès feldspathiques blancs et roses.

Station 389. — A l'Ouest des Minquiers, à 38 m. de profondeur. Echantillons roulés de grès feldspathique couverts de Bryozoaires et de tubes d'Hermelles. Dimensions : 11 ‰ ×9×6 ½, 10×7×5.

Station 392. — Au Sud de la Fosse centrale, à 53 m. de profondeur. Petits échantillons de grès rose.

Station 412. — Au milieu de la Manche orientale, à 45 m. de profondeur. Un échantillon aplati de grès grossier rose (15 ‰).

Station 416. — Dans la partie axiale de la Manche, à 79 m. de profondeur. Un échantillon de grès rose.

Station 503. — A l'Ouest des Sorlingues, à 108 m. de profondeur. Deux petits galets de grès feldspathique.

Station 522. — Au Sud-Est de Lizard, à 80 m. de profondeur. Un échantillon de grès jaunâtre tendre bien roulé.

Station 530. — A l'entrée occidentale de la Manche, à 96 m. de profondeur. Un petit galet couvert de tubes d'Hermelles (55 gr.).

Station 533. — A l'entrée occidentale de la Manche, à 105 m. de profondeur. Un échantillon de grès rose.

Station 2.001. — Au voisinage du plateau du Gaston-Rivier, à 70 m. de profondeur, grès feldspathique peu nombreux.

Station 2.002. — Sur le plateau du Gaston-Rivier, à 50 m. de profondeur. Grès roses peu nombreux. Un échantillon grossier, friable.

Station 2.004. — Au Nord du plateau des Triagoz, à 82 m. de profondeur. Une plaquette de grès rose typique.

Station 2.005. — Au large de la côte de Roscoff, à 91 m. de profondeur. Un énorme bloc de grès arkosique du type d'Erquy.

Station 2.007. — Au Nord de Pontusval, à 100 m. de profondeur. Un bloc arrondi de grès rose pesant environ 2 kg.

Station 2.012. — A l'entrée de la Manche occidentale, à 110 m. de profondeur. Un petit galet de grès rouge zoné.

Station 2.029. — A l'extrémité occidentale de la Fosse centrale, à 90 m. de profondeur. Un bloc gros comme le poing de grès arkosique grossier.

Station 2.032. — A l'Est de Jersey, à 23 m. de profondeur. Grès arkosique grossier.

RÉPARTITION DES GISEMENTS DE GRÈS FELDSPATHIQUES

- ■ *Grès feldspathiques très abondants*
- ◧ *Grès feldspathiques abondants*
- □ *Gres feldspathiques peu abondants*

CARTE VII

Ateliers Blondel la Rougery Paris

Station 2.035. — A l'Est de Jersey, à 20 m. de profondeur. Grès rouge feldspathique.

Station 2.037. — A l'Est de Serck, à 37 m. de profondeur. Un grès arkosique rougeâtre.

Station 2.038. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Un galet gros comme le poing d'arkose feldspathique rouge.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Carte VII (p. 71)

Parmi les gisements qui ont été trouvés, deux peuvent être considérés comme presque en place ; ils sont situés, l'un au Sud des bouées des Minquiers (st. 424), l'autre au Sud-Ouest des Chausey (st. 267). Il est possible que les formations de grès feldspathiques d'Erquy et du cap Fréhel se prolongent sous la mer jusqu'à ces deux gisements ; en effet, on voit, en falaise, les bancs de grès plonger vers la mer sous un angle assez faible et l'on est conduit à supposer qu'ils se continuent assez loin vers le large ; d'autre part, l'examen de la carte marine (n° 5.069) montre qu'une série de hauts-fonds formés sans doute de grès feldspathiques, fait suite au cap Fréhel vers le Nord-Est : ce sont la Catis (7 m. 8), la Basse des Sauvages (8 m. 4), la Basse Trouvée (4 m. 2) ; la station 267 est dans le prolongement de cette ligne de hauts-fonds, qui paraît ainsi séparer les affleurements de grès feldspathiques de ceux du Briovérien ; nous avons vu précédemment que les dragages effectués à l'Est de cette ligne, dans le prolongement des terrains de la baie de la Fresnaye ont ramené des schistes briovériens dominants.

En ce qui concerne les autres gisements de grès feldspathiques, on voit sur la carte VII qu'ils sont surtout nombreux dans le golfe normano-breton et au Nord du Cotentin : ils contiennent des blocs souvent très volumineux, aux bords généralement arrondis, couverts d'animaux (fig. 14, p. 66). Il est impossible de les considérer comme des galets actuels ; j'ai admis que leur distribution sur le fond s'était faite pendant le Quaternaire ; il en sera question dans le chapitre correspondant (p. 153).

Dans certaines régions, ces gisements sont très rapprochés et semblent indiquer le voisinage d'affleurements : par exemple, au large de la baie de Saint-Brieuc, au Nord de la Hague ; nous avons vu combien il était difficile de détacher des fragments de roches primaires en place ; il faudrait donc de longues recherches pour déterminer l'extension précise des affleurements sous-marins de grès feldspathiques.

C. — AUTRES ROCHES PRIMAIRES

La plupart des roches primaires ont été recueillies à l'état de blocs plus ou moins arrondis, transportés par les courants anciens ou les glaces flottantes ; aussi sont-elles étudiées à propos du Quaternaire. Elles comprennent surtout des roches cristallines et métamorphiques variées.

A titre documentaire, je signale ici quelques échantillons présentant un intérêt lithologique spécial, ainsi que des roches dévoniennes fossilifères et je donne la liste des têtes de roches primaires qui ont été reconnues.

Station 40. — Au Sud de Guernesey, à 63 m. de profondeur. Un petit galet de minerai de fer oolithique (hématite rouge).

Station 51. — Au Nord de Jersey, à 30 m. de profondeur. Blocs de calcaire zoné pouvant se rapporter au Cambrien découvert récemment par M. Bigot (23) dans les rochers littoraux de Carteret.

Station 221. — Au large de la baie de Saint-Brieuc, à 25 m. de profondeur. Schistes rouges analogues à certains faciès de la formation de Brehec.

Station 2.001. — A l'entrée de la Manche occidentale, à 110 m. de profondeur. Un gros bloc de grès blanc à grain fin rappelant le grès armoricain.

Station 2.030. — Au Sud de Guernesey, à 55 m. de profondeur. Un échantillon de calcaire grisâtre.

Station 2.032. — A l'Est de Jersey, à 22 m. de profondeur. Un fragment perforé de calcaire d'aspect crinoïdique.

ROCHES DEVONIENNES

J'ai recueilli à la station 2.037, à l'Est de Serck, plusieurs blocs de calcaire dévonien contenant de nombreux *Spirifer* ; l'un des échantillons pèse environ 200 gr. Je pense que ces blocs proviennent des affleurements de calcaire dévonien de la région de Dielette.

A la station 262, à 10 milles environ au Nord-Ouest de Cherbourg, la drague a ramené un fragment de calcaire crinoïdique bleuâtre ressemblant à certains calcaires dévoniens.

Il est possible que des affleurements de roches dévoniennes existent au Nord de la côte du Cotentin; j'ai trouvé, en effet, dans la terrasse marine monastirienne de Jerd'heux, située à l'Est du cap de la Hague, de volumineux galets de grès et de grauwacques dévoniennes fossilifères. Cette terrasse est analogue à celles que l'on observe plus ou moins nettement sur tout le pourtour de la presqu'île du Cotentin adossées, du côté opposé à la mer, à une « falaise fossile » et composées d'une masse de galets surmontés par des blocs anguleux ou du limon (25). A la pointe du sémaphore de Jerd'heux, la terrasse est très large : elle montre, près du rivage, une couche de galets recouverts par du limon, située à 2 ou 3 m. au-dessus du niveau de la mer. M. Bigot (20, 25) a découvert, dans le limon, un silex taillé de type chelléen. Les galets sont surtout formés de roches cristallines empruntées aux affleurements du littoral voisin : granite à enclaves, rhyolithe, aplite, diabase ; on y trouve en outre de nombreux galets de silex et de phtanites dont l'origine est évidemment plus lointaine. Sur le côté Ouest de la pointe, *j'ai recueilli dans la terrasse de nombreux blocs arrondis de roches dévoniennes* ; certains ont un diamètre de 12 à 15 $^{c}/_{m}$; d'autres dépassent la grosseur de la tête. Les principaux types de roches rencontrées sont les suivants : grauwacque

tendre à tiges d'Encrines, Bryozoaires, Lamellibranches, *Rhynchonella*, *Spirifer*, *Orthis* — grauwacque dure micacée à Bryozoaires, *Orthis*, *Spirifer* — grès nombreux, parmi lesquels des grès grossiers ferrugineux contenant des Bryozoaires.

Les affleurements dévoniens les plus proches de Jerd'heux sont ceux de Siouville, au Sud de l'anse de Vauville, sur la côte Ouest du Cotentin ; il me semble difficile de supposer que les gros blocs de grauwacque tendre puissent provenir de cette région sans avoir été réduits par l'usure à l'état de petits galets ; d'autre part, je ne crois pas qu'on connaisse dans le Dévonien de la région occidentale du Cotentin le faciès de grès grossiers ferrugineux à Bryozoaires trouvé à Jerd'heux. Il me paraît donc plus vraisemblable de penser qu'il existe des affleurements sous marins de roches dévoniennes, au Nord du massif granitique de Jobourg ; ces affleurements feraient partie d'une formation synclinale analogue à celle qui existe au Sud du massif, dans la région de Siouville. Malheureusement quelques dragages effectués au large de la pointe de Jerd'heux et de l'anse Saint-Martin, dans le but de vérifier cette hypothèse, n'ont rien donné d'intéressant à ce point de vue.

J'ai trouvé également un galet de calcaire à tiges d'Encrines, sans doute dévonien, dans la terrasse de Barfleur (tranchée du tramway, près de Gatteville).

Il est intéressant de faire remarquer, ici, que M. Hue (112), dans une note sur les blocs erratiques de la côte du Calvados, a signalé la présence d'un bloc de grauwacque dévonienne à *Spirifer*, du type de Portbail (dimensions : 40 $\frac{c}{m}$ × 40 × 60), qui aurait été apporté par des glaces flottantes comme les énormes blocs de la côte.

L'examen détaillé des roches contenues dans les cordons littoraux actuels ou dans les terrasses quaternaires apporte ainsi souvent d'utiles renseignements sur le transport par les courants anciens et les glaces flottantes et suggère parfois des hypothèses sur l'existence d'affleurements sous-marins.

TETES DE ROCHES PRIMAIRES

Aux stations suivantes, la drague a donné des chocs très violents, mais la roche du fond n'a pu être brisée ; ces stations doivent correspondre à des têtes de roches primaires (signe X, carte XV, p. 182).

Station 219. — Au Nord-Est des Roches Douvres, à 30 m. de profondeur. La carte marine indique un fond de roche. La drague donne des chocs très violents, le sac revient en partie arraché et presque vide (quelques Ophiures).

Station 259. — Au Nord de la pointe de Barfleur, à 43 m. de profondeur. La drague heurte violemment le fond ; on la remonte immédiatement. Le fond du sac ne contient que quelques galets et des Modioles. Ces Lamellibranches s'observent généralement fixés par leur byssus dans les régions pierreuses ou rocheuses.

Station 418. — Au large de Jerd'heux, à 50 m. de profondeur. Deux dragages successifs ont été effectués au cours desquels le navire a dérivé vers les roches de la Hague. La drague a travaillé très durement et n'a ramené que quelques échantillons de roches cristallines couverts de Balanes et de Modioles.

Station 420. — Au Nord de la Hague, à 75 m. de profondeur. La drague donne des chocs extrêmement violents et ramène un petit nombre de blocs de roches cristallines couverts de Bryozoaires et de tubes d'Annélides.

Station 2.002. — Sur le plateau du Gaston-Rivier, à 50 m. de profondeur. Après avoir donné des chocs très violents la drague reste accrochée au fond. Il faut faire « machine arrière » pour la dégager. Cette station est située au Nord-Ouest des Roches Douvres sur un plateau sous-marin qui paraît constitué par des roches primaires ; ce plateau est fréquenté par des pêcheurs de Paimpol. Il serait intéressant de pouvoir en déterminer la nature géologique précise, étant donné son éloignement de la côte.

Ces stations sont toutes situées, sauf la station 2.002, au voisinage d'affleurements de roches primaires.

Il est intéressant de noter qu'*on peut trouver jusqu'à une grande profondeur* (75 *m.*) *des têtes de roches complètement dégagées de sédiments actuels* (lacunes dans la sédimentation, p. 197).

CHAPITRE V

Secondaire

Nous avons découvert par dragage de nombreux gisements de roches secondaires. Pour beaucoup d'entre eux, nous pouvons affirmer qu'ils sont en place car ils se présentent à l'état de bancs calcaires remplis d'organismes perforants.

Les affleurements les plus intéressants sont ceux qui se trouvent dans la Manche occidentale et qui témoignent que la « trouée de la Manche », dont l'existence a été admise à titre d'hypothèse par plusieurs auteurs, s'est bien trouvée réalisée à différentes époques du Secondaire : ce sont, par exemple, les affleurements liasiques situés au Sud d'Eddystone, ceux de calcaire glauconieux et de craie trouvés en pleine Manche occidentale.

Les gisements de silex se présentent dans des conditions assez énigmatiques, mais par leur abondance ils prouvent l'ancienne extension du Crétacé dans toute la Manche occidentale ainsi qu'au Nord d'Ouessant.

Nos échantillons appartiennent au Permo-Trias, au Lias, à l'Oolithique et au Crétacé : toutes les périodes du Secondaire sont donc représentées au fond de la Manche.

A. — Permo-Trias

B. — Lias

C. — Oolithique

D. — Crétacé

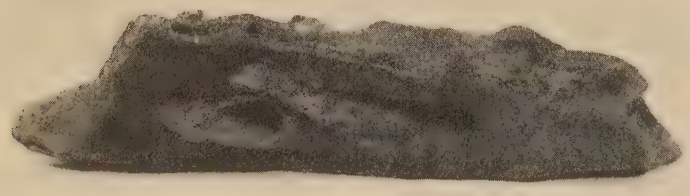


Fig. 15. — Argile sableuse rouge permo-triasique. Plaquette perforée par *Pholadidea papyracea*. Longueur : 14 $^{c}/_{m}$. St. 228, à l'Est du cap Lizard, à 75 m. de profondeur. (Cliché L. D.).

A. — PERMO-TRIAS

Les terrains permiens et triasiques affleurent d'une façon continue sur la rive anglaise de la Manche, depuis Tor Bay, au Nord de Start Point, jusqu'à Budleigh Salterton ; ils font partie dans cette région d'un bassin appelé le *bassin du Sud-Ouest*, qui s'étend au Nord jusqu'aux « Mendip Hills » (89). La côte offre de belles coupes de ces terrains qui sont souvent répétés par failles. Ils

reposent en discordance transgressive sur une surface inégale formée par des couches primaires diverses plissées et arasées, schistes et calcaires dévoniens, schistes carbonifères.

On donne souvent à ces formations permiennes et triasiques d'Angleterre le nom de *New Red Sandstone, New Red Rocks, New Red Series* ; en effet, elles sont surtout composées de « couches rouges », anciens sédiments qui proviennent de la destruction de roches ayant subi une *altération latéritique* (194) ; d'autre part, ces termes sont commodes à employer lorsque la distinction entre le Permien et le Trias, qui possède souvent les mêmes faciès, ne peut être faite.

Le Permien comprend des argiles, des brèches, des conglomérats, des grès, des marnes ; les grès atteignent une épaisseur de 2.000 pieds près d'Exmouth. Il existe, en certains points, des roches éruptives interstratifiées. Les marnes présentent souvent des « ripple-marks » et des « sun-cracks ».

Le Trias comprend, à la base, le célèbre poudingue de Budleigh Salterton (Bunter), auquel font suite des sables et, au sommet, des marnes rouges très épaisses (Keuper).

Si, partant de ce bassin, on se dirige vers le Sud et vers l'Ouest, on observe des affleurements isolés de grès, de conglomérats, de brèches, de roches éruptives, qui permettent de supposer que les New Red Rocks se sont étendues très loin dans ces directions. A Cawsand, près de Plymouth, affleure une sorte de roche porphyritique, associée à une brèche, qui est tout à fait comparable aux roches éruptives permiennes de la région d'Exeter ; à Plymouth, se rencontrent encore des veines de grès dans les fissures du calcaire dévonien (210). Enfin, les travaux anglais de géologie sous-marine (114, 224, 225, 226) ont fait connaître que les New Red Rocks affleurent depuis Hand Deeps jusqu'à la baie de Bigbury et se retrouvent au voisinage d'Eddystone et au Sud de Dodman Point ; les roches recueillies sont les suivantes : conglomérats, grès rouges grossiers micacés, felsite.

En Normandie, les formations permiennes et triasiques affleurent principalement sur le pourtour de la dépression occupée par les marais de Carentan (21) : ce sont des sables et des grès, des poudingues, des argiles de couleur vive, des calcaires magnésiens. On sait, grâce à des sondages, que cette série est très épaisse et surmonte directement les dépôts stéphaniens. La partie inférieure (26) comprend surtout des schistes argileux rouges, des calcaires gris ; on y a trouvé à la base des fossiles autuniens (*Estheria tenella, Anthracomya carbonaria*) ; la partie supérieure est formée de poudingues, de grès, de sables rangés dans le Trias ; ces couches débordent les couches permiennes ; elles sont connues au Nord du bassin de Carentan, dans le bassin de Valognes et couvrent de grandes étendues dans la région septentrionale du Cotentin.

L'analogie des formations permo-triasiques de Normandie et de celles d'Angleterre est frappante : dans les deux cas, il s'agit de couches rouges lacustres ou lagunaires provenant d'une altération latéritique et contenant des argiles à « sun-cracks » et des dépôts torrentiels. En Normandie on connaît également comme en Angleterre des roches éruptives associées aux couches inférieures du Permien (195).

Les bassins anglais et normand ont-ils communiqué à l'époque permo-triasique ? La question prête à discussion ; nous avons vu que les couches permiennes étaient limitées au bassin de Carentan ; les couches triasiques ont une vingtaine de mètres d'épaisseur dans le bassin de Valognes ; elles diminuent d'épaisseur dans le Nord du Cotentin. Ces observations semblent indiquer la fin du bassin dans cette direction.

En Angleterre, l'étude du poudingue de Budleigh Salterton et celle des autres sédiments permo-triasiques a fait supposer un apport de matériaux d'origine méridionale. Le poudingue de Budleigh Salterton a donné lieu à des discussions fort intéressantes qui ne paraissent pas avoir résolu complètement le problème concernant l'origine de ses éléments : en 1864, Vicary et Salter

(190) signalaient l'abondance des galets de grès et de quartzites contenant des fossiles de Normandie : *Lingula Lesueuri* du grès armoricain, *Orthis budleighensis* du grès de May. Or, en 1870, Davidson (74) a constaté que la majeure partie des fossiles étaient nettement dévoniens et il a pu déterminer les suivants : *Spirifera Verneuilli, Rhynchonella inaurita, Streptorynchus crenistria, Productus Vicaryi, Chonetes.* Dès lors, les affinités entre les galets du poudingue et les roches de Normandie devenaient beaucoup moins nettes. Pour Etheridge « the fauna at Budleigh Salterton is essentially British, and not French, though some few species are common to both areas » (74).

Cependant, la stratigraphie montre que le poudingue diminue d'épaisseur vers le Nord et que, dans cette direction, les roches d'origine locale remplacent peu à peu les autres, ce qui semble bien indiquer l'existence de courants venus du Sud (207).

L'étude des sédiments fins conduit à la même conclusion : la présence fréquente de « staurolite » indique aussi l'existence de courants provenant du Sud : les courants ont dû amener ce minéral du massif armoricain ou de masses continentales prolongeant le massif armoricain vers le Nord à cette époque.

Nos dragages ont apporté quelques éléments nouveaux au problème de l'extension des bassins permo-triasiques (carte VIII, p. 81). Nous avons, en effet, recueilli, en plusieurs points de la Manche, des argiles grossières rouges (fig. 15, p. 77) et des grès calcarifères attribuables au Permo-Trias ; ces roches n'ont pas fourni de fossiles ; mais elles ont le faciès des couches rouges de Normandie et d'Angleterre et je ne connais pas d'autres formations auxquelles on puisse les rapporter. Comme il est impossible de fixer le niveau exact qu'elles occupent dans la série des New Red Rocks j'emploie dans leur étude le terme de Permo-Trias qui a été souvent utilisé dans des cas analogues : c'est ainsi qu'on parle souvent du Permo-Trias de l'Afrique du Nord.

1. — Roches permo-triasiques « en place »

Carte VIII (p. 81)

Parmi nos dragages, quelques-uns ont ramené des roches permo-triasiques pouvant être considérées comme en place ; elles sont à l'état de plaquettes perforées par des Mollusques ; elles comprennent des argiles rouges grossières micacées et des grès argileux ; l'argile est tendre et se brise facilement à la main ; l'affleurement ne peut être éloigné.

Station 228. — A l'est du cap Lizard, à 75 m. de profondeur. Je recueille de nombreuses plaquettes et des fragments de bancs (fig. 15, p. 77) traversés par de longues galeries de Mollusques perforants *(Pholadidea papyracea)* ; la surface des échantillons est couverte de Bryozoaires, de tubes d'Annélides, de Polypiers : les perforations sont souvent remplies de coquilles brisées (falun farci actuel). On observe surtout des argiles sableuses rougeâtres montrant des parties bleuâtres ; elles font parfois légèrement effervescence ; les grains de quartz et les paillettes de mica y abondent ; beaucoup d'échantillons se brisent facilement à la main ; dimensions observées : 18 ‰ ×14×4. On trouve aussi quelques fragments de grès argileux ; dimensions d'un échantillon : 15 ‰ (fig. 16, p. 80).

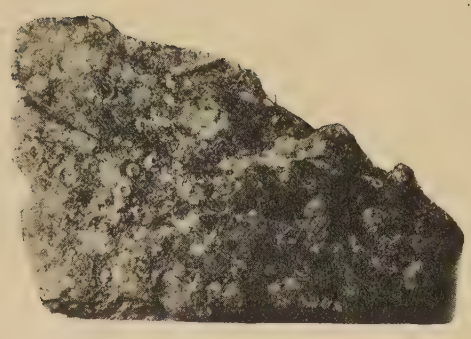


Fig. 16. — Grès argileux en plaquette couverte de Polypiers et de Bryozoaires. Longueur : 15 %. St. 228, à l'Est du cap Lizard, à 75 m. de profondeur. (Cliché L. D.).

Station 229. — Au Sud-Est du cap Lizard, à 80 m. de profondeur. La drague fournit une dizaine de fragments couverts de Bryozoaires, perforés par des mollusques. La roche est une argile rouge sableuse semblable à celle de la station précédente. Il existe aussi un grès calcarifère à grains très inégaux contenant une forte proportion de matières argileuses jaunâtres. Dimensions observées : 10 % × 6 × 3,8. Ce grès ressemble beaucoup à certains grès triasiques de Normandie, celui de la tranchée du chemin de fer de Montebourg par exemple.

Station 395. — Dans la région centrale de la Manche, à 85 m. de profondeur. La drague ramène une quinzaine d'échantillons dépassant 4 % de longueur, et un grand nombre de fragments plus petits. Leur surface est couverte de Bryozoaires. Dimensions observées : 7 % × 6 × 4, 10 × 10 × 5. Argiles rouges tachant les doigts, très friables, paraissant bien arrachées en place, contenant de petits grains de quartz rares, et de petites paillettes micacées. Un petit fragment de calcaire fin rougeâtre ; quelques morceaux de calcite. Les argiles ressemblent beaucoup à certaines argiles rouges affleurant au Plessis (Manche).

Station 522. — Au Sud-Est de Lizard, à 80 m. de profondeur. Nous ramenons une vingtaine de fragments perforés *(Saxicava, Pholadidea papyracea,* Annélides*)* couverts de Polypiers. Dimension observée : 11 %. Argiles rougeâtres ou grises, à grain très fin, d'aspect parfois noduleux.

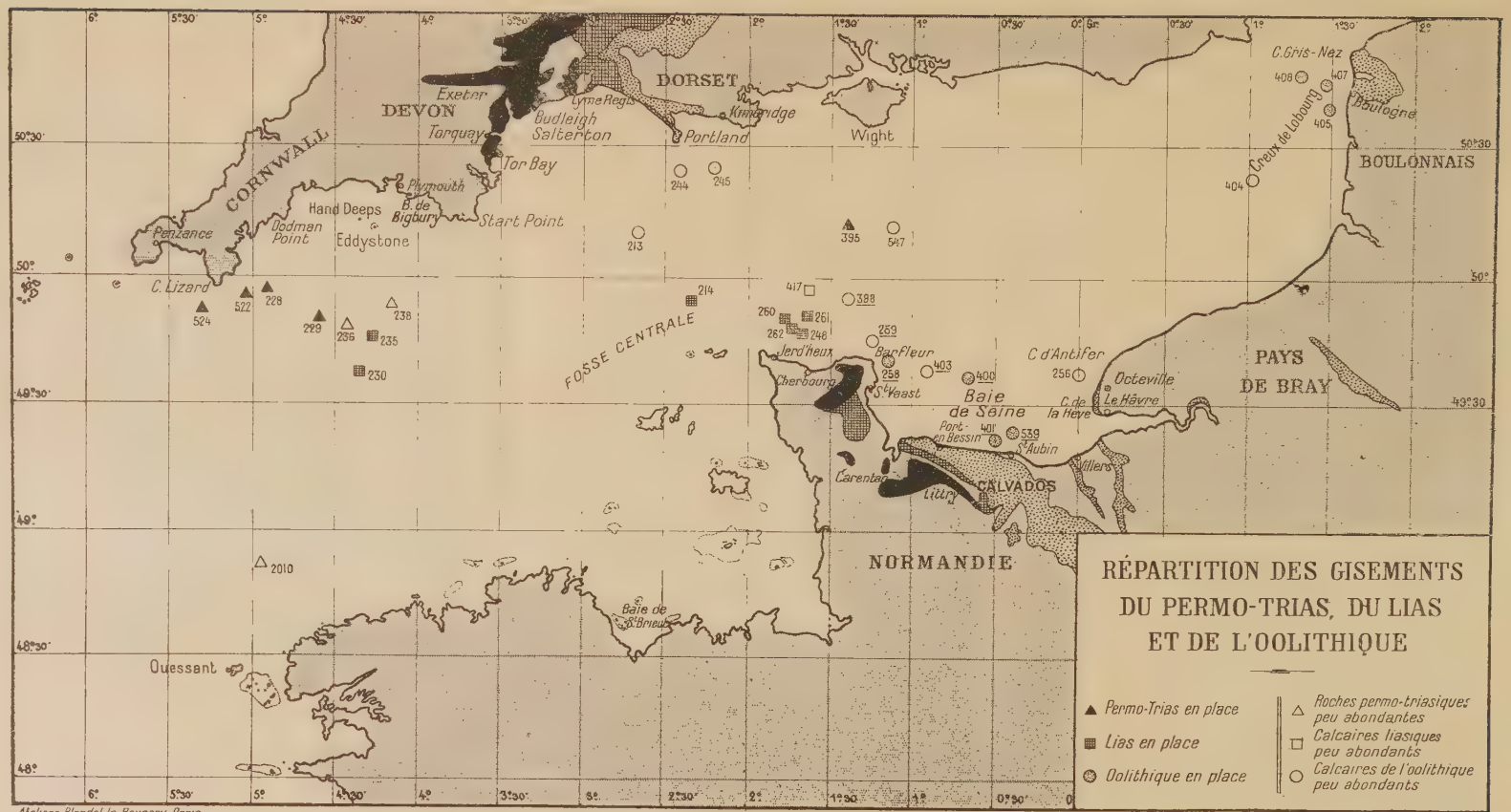
Station 524. — Au Sud-Est de Penzance, à 80 m. de profondeur. Six fragments encroûtés par des Hydrozoaires, des Balanes. Argiles de couleur chocolat, à grain homogène, calcarifères ; calcaires gris ; grès calcarifère rougeâtre.

2. Roches permo-triasiques peu abondantes

Station 236. — Au Sud-Est du cap Lizard, à 79 m. de profondeur. La drague ramène un fragment d'argile rougeâtre très fine couvert de Bryozoaires et perforé par des Mollusques *(Saxicava).*

Station 238. — Au Sud d'Eddystone, à 75 m. de profondeur. Un échantillon de grès un peu calcaire, sans doute triasique.

Station 2.010. — Au Nord d'Ouessant, à 108 m. de profondeur. Deux échantillons de calcaire rougeâtre.


DEVON
CORNWALL
DORSET
Exeter
Torquay
Budleigh Salterton
Lyme Regis
Portland
Kimmeridge
Wight
Tor Bay
Plymouth
Hand Deeps
B. de Bigbury
Start Point
Penzance
Godman Point
Eddystone
C. Lizard
C. Gris-Nez
Boulogne
Creux de Labourg
BOULONNAIS
FOSSE CENTRALE
Cherbourg
St Vaast
Barfleur
Jerd'heux
Baie de Seine
C. d'Antifer
C. de la Hève
Le Hâvre
Octeville
PAYS DE BRAY
Port-en-Bessin
St Aubin
Villers
Carentan
Isigny
CALVADOS
NORMANDIE
Baie de St Brieuc
Ouessant
RÉPARTITION DES GISEMENTS DU PERMO-TRIAS, DU LIAS ET DE L'OOLITHIQUE
Permo-Trias en place
Lias en place
Oolithique en place
Roches permo-triasiques peu abondantes
Calcaires liasiques peu abondants
Calcaires de l'oolithique peu abondants
Ateliers Blondel la Rougery, Paris

CARTE VIII

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Carte VIII (p. 81)

Nos dragages complètent les résultats des recherches anglaises dans la région qu'on pourrait appeler le bassin permo-triasique d'Eddystone ; *ils permettent de reculer les limites du bassin vers le Sud et vers l'Ouest* ; la station 229, située à 4 milles environ d'une station anglaise, correspond à l'affleurement le plus méridional actuellement connu de ce bassin ; à l'Ouest les stations 228, 522, sont placées entre les stations anglaises et le cap Lizard, tandis que la station 524 fait connaître un gisement situé au Sud-Ouest du cap Lizard, à plus de 15 milles au delà du 5° de longitude Ouest.

Ainsi les affleurements permo-triasiques forment une pointe qui s'avance vers l'Ouest au delà du cap Lizard.

Nous avons également dragué des argiles rouges en pleine Manche centrale (st. 395), entre le Cotentin et l'île de Wight, au voisinage d'une petite fosse parallèle à la Fosse centrale ; il est possible que la présence de cette dépression permette aux terrains permo-triasiques d'affleurer au milieu de couches plus récentes (Crétacé, Quaternaire). Peut-être trouverait-on d'autres affleurements en cherchant systématiquement dans les régions profondes de la Fosse centrale ? Le gisement découvert à la station 395 appartient à un bassin permo-triasique situé au milieu de la Manche : il est impossible de savoir, dans l'état actuel des connaissances, si ce bassin communiquait avec ceux d'Angleterre et de Normandie.

Il est intéressant de rappeler ici la découverte de gros galets dévoniens dans la terrasse de Jerd'heux (voir p. 73). Le poudingue de Budleigh Salterton contient lui aussi beaucoup de galets de roches dévoniennes et ces galets semblent accumulés par des courants venus du Sud. Ne pourrait-on pas supposer qu'il existe au Nord du Cotentin un ou plusieurs massifs anciens de roches dévoniennes qui, au Permo-Trias, auraient fourni des galets au poudingue de Budleigh Salterton et au Quaternaire les galets de la terrasse de Jerd'heux ?

Je rappelle, à titre documentaire, l'hypothèse de M. Kerforne concernant l'âge permien possible des grès d'Erquy (p. 66) ; dans cette hypothèse, il existerait un bassin permo-triasique au large de la baie de Saint-Brieuc.

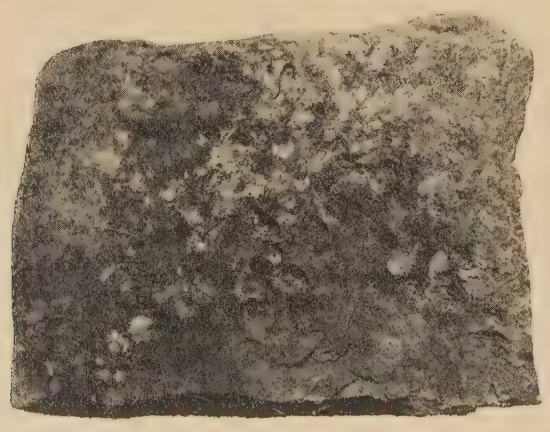


Fig. 17. — Grande plaque de calcaire liasique perforée par des Mollusques. Longueur : 19 ⅌. St. 386, au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. (Cliché L. D.)

B. — LIAS

A l'Est des affleurements triasiques de Budleigh Salterton, la côte anglaise du Dorset offre une coupe des terrains liasiques, depuis Seaton jusqu'à Bridport, en passant par les localités célèbres de Lyme Regis et de Charmouth.

Le Lias surmonte le Trias par l'intermédiaire de bancs peu épais du Rhétien (Lias blanc). Il peut être divisé en Lias inférieur, moyen et supérieur ; le Lias inférieur est composé d'argiles alternant avec des calcaires, des « cement stones », qui sont exploités à Lyme Regis pour la chaux hydraulique ; le Lias moyen comprend surtout des argiles sableuses et des bancs calcareux et se termine par un banc de « marlstone » (calcaire ferrugineux) ; enfin, le Lias supérieur est argileux et sableux (223).

Cette région du Dorset est classique pour l'étude des zones d'Ammonites du Lias; elle a donné lieu aux travaux de Wright, de Buckmann, etc.; les Ammonites s'y rencontrent souvent dans un état de conservation parfaite.

Les mers liasiques ont occupé une grande partie de l'Angleterre ; elles ont envahi l'emplacement des lacs permiens et paraissent s'être étendues bien au delà ; au Sud-Ouest, le massif ancien du Cornwall et du Devon est resté émergé ; le maximum de transgression s'est produit au Lias supérieur. Les sédiments correspondent dans l'ensemble à des dépôts néritiques (Haug, 109, carte p. 952) ; grâce à des conditions particulières, il a pu se déposer près de la côte, dans des eaux relativement peu profondes, des calcaires argileux fins et des argiles à Ammonites.

Les dragages de l'« *Oithona* » ont montré que le Lias s'est étendu dans la Manche occidentale (R.-H. Worth, 226, carte p. 169) ; en effet, quelques échantillons de calcaires liasiques déterminés grâce au faciès lithologique ont été recueillis à une trentaine de milles au Sud-Ouest d'Eddystone.

Le Lias se retrouve de l'autre côté de la Manche, en Normandie ; il est représenté par une série moins complète qu'en Angleterre ; les dépôts paraissent dans l'ensemble avoir été moins profonds et soumis à des courants plus violents. Les faciès lithologiques comprennent surtout, en dehors des poudingues littoraux, des calcaires marneux et des argiles.

L'envahissement des dépressions permo-triasiques s'est fait par le Nord (21) ; en effet, le Rhétien n'est connu que dans le bassin de Valognes ; en se dirigeant vers le Sud-Est on observe les différents termes du Lias transgressifs les uns sur les autres ; le maximum de profondeur de la mer a eu lieu au Toarcien. La présence de nombreuses Ammonites permet de comparer les dépôts avec ceux d'Angleterre et d'Allemagne. L'analogie avec l'Angleterre est manifeste et sans avoir fait de géologie sous-marine, on savait que la mer avait fait communiquer les deux contrées.

Les dragages nous ont permis de recueillir de nombreux documents sur le Lias de la Manche (carte VIII, p. 81), principalement dans deux régions : au Sud d'Eddystone et au Nord de Cherbourg. Parmi les échantillons ramenés du fond, quelques-uns ont fourni des Ammonites, qui ont pu être déterminées par MM. Kilian et Blanchet (130), de sorte que la zone paléontologique à laquelle ils appartiennent a pu être précisée ; d'autres, qui contenaient des fragments de fossiles indéterminables, ont été attribués au Lias à cause du faciès lithologique.

1. — Calcaires liasiques « en place »

Carte VIII (p. 81)

Je considère comme recueillis en place de grandes plaques calcaires creusées par des animaux perforants et des fragments de bancs présentant des faces de cassure fraîche (pl. I, fig. 3, p. 51 ; pl. II, fig. 4, p. 87). C'est le cas des échantillons qui proviennent des stations suivantes :

Station 214. — Au Nord de la Fosse centrale, à 63 m. de profondeur. Je recueille de nombreux échantillons perforés par des Mollusques, des vers, des cliones ; leur surface est couverte de Bryozoaires et de Balanes ; dimensions observées : 5 ‰ ×4×4. La roche est un calcaire marneux bleuâtre, sans fossiles, très tendre, se brisant facilement à la main. Ces échantillons semblent avoir été détachés d'un affleurement très proche.

J'ai trouvé en outre un galet de 5 ‰ de longueur, formé d'un calcaire dur, recristallisé, analogue à celui qui a fourni des Ammonites à la station 235.

Station 230. — Au Sud d'Eddystone, à 79 m. de profondeur. La drague ramène de nombreux échantillons de calcaires marneux dont quelques-uns paraissent directement arrachés à un banc en place. La plupart présentent une surface perforée, durcie et brunie, analogue aux surfaces couvertes de perforations qu'on observe souvent dans les couches géologiques. La patine spéciale de ces échantillons paraît due au frottement des sables qui sont continuellement entraînés à leur surface ; il se produit peut-être en outre une action chimique. Un fragment pesant 1 kg. 250 et mesurant 13 ‰ ×10×5 montre une face patinée brunâtre et des faces de cassure fraîche (pl. I, fig. 3, p. 51) ; un autre fragment pesant 260 gr. et mesurant 8 ‰ ×4×4 a été lui aussi brisé par notre engin ; j'ai recueilli une grande plaque de calcaire marneux (dimensions : 40 ‰ ×36×4), représentant un fragment de banc (pl. II, fig. 4, p. 87) dont la surface est couverte de perforations dues à des mollusques lithophages et à des vers ; de nombreux tubes de Serpules et des colonies de Bryozoaires encroûtent cet échantillon ; il contient des empreintes d'Ammonites.

Presque tous les échantillons sont des calcaires marneux grisâtres tendres, contenant des empreintes d'Ammonites (moules internes et externes) ; les fragments échantillonnés ont fourni une dizaine d'Ammonites qui ont été adressées au laboratoire de géologie de Grenoble. On trouve en outre quelques plaquettes calcaires d'aspect schistoïde très tendres, à surface durcie et perforée, qui représentent peut-être des délits alternant avec les bancs plus épais de calcaire gris.

Je donne ici un extrait d'une note manuscrite qui m'a été remise par MM. Kilian et Blanchet : « Une série de petits échantillons recueillis dans une roche très différente de la précédente (calcaires marneux, gris, très tendres), semblent tous appartenir à la même espèce. Ils représentent des jeunes individus de très petite taille appartenant indiscutablement au groupe de *Psiloceras planorbis* Sow. (*psilonotum* Quenst.) caractérisé par des côtes obtuses espacées, accentuées seulement sur le milieu des flancs et disparaissant vers la région siphonale qui est lisse. Certains échantillons paraissent présenter une épaisseur un peu plus grande que les formes figurées par Reynes (Monographie des Ammonites, pl. I) et par Quenstedt (Amm. des Schw. Jur., pl. I), quoique ce dernier auteur ait représenté certains échantillons (pl. I, fig. 3) dont l'épaisseur correspond à peu près à celle des nôtres. Un de nos échantillons présente même de fines stries comme celles qu'a figurees Reynès (pl. A, fig. 5). Quoi qu'il en soit, nous ne voyons pas à quel autre groupe rapporter ces formes dont la costulation est très différente de celle des *Aegoceras*, des *Alsatites*, etc. Il s'agit certainement d'Ammonites hettangiennes ».

Il existe donc au point de dragage 230 un affleurement de calcaires marneux grisâtres appartenant à l'Hettangien (zone à *Psiloceras planorbis*) : ces calcaires forment au fond de la mer des bancs dont la surface est balayée par les courants et perforée par des mollusques lithophages et des vers ; des plaquettes détachées doivent reposer sur les bancs en place ; l'activité des animaux perforants contribue à débiter les blocs calcaires déjà fragmentés par les cassures A la surface des affleurements. les sédiments actuels sont peu épais et constamment en mouvement. Il existe aussi çà et là des silex et des blocs de roches cristallines dont le transport date de l'époque quaternaire.

Station 235. — Au Sud d'Eddystone, à 78 m. de profondeur. La drague ramène un grand nombre d'échantillons de calcaires gris bleu assez durs, traversés par de nombreuses veinules de calcite et contenant de petites Ammonites spathisées.

Un gros bloc de calcaire un peu différent, plus tendre, a sa face supérieure criblée de trous d'Annélides (dimensions : 10 ‰ × 8 × 5); il a fourni une *Rhynchonelle*. Voici un extrait de la note manuscrite de MM. Kilian et Blanchet au sujet des Ammonites.

« I. *Aegoceras* aff. *gagateum* Young and Bird. sp. Nous rapportons à cette forme un fragment en partie pourvu de son test et provenant de la station 235. Ce fragment de tour montre des côtes simples peu flexueuses, présentant à la limite des régions latérale et siphonale, un renflement (sorte de tubercule) à partir duquel ces côtes se bifurquent tout en s'atténuant et s'aplatissant notablement ; elles traversent ainsi la région siphonale tout en laissant apparaître les indices d'une carène traversant la boucle que forment sur la partie siphonale les deux rameaux résultat de la bifurcation précitée. Il s'agit évidemment d'une espèce du groupe des Aegoceras du Lias moyen (sous-groupes *capricornu*, *planicosta*), et qui rappelle également *Aegoceras sagittarium* Blake sp. (Wright, Lias Ammonites, pl. LII, A, fig. 3 à 6). La figure qui se rapproche le plus de notre échantillon et à laquelle nous nous sommes arrêtés après de longues recherches bibliographiques est celle de *Aegoceras gagateum* Young and Bird sp. (Wright, pl. XXXVII, fig. 8-9, p. 364) des Alum Shand de Hawskershore de la zone à *Ammonites (Oxynoticeras) oxynotus* Quenst. Cette forme se rapproche aussi de *Aegoceras Naugenesti* d'Orb. sp. mais présente une carène beaucoup moins distincte et des côtes passant sur la région siphonale après s'être bifurquées tout en s'atténuant. Enfin, elle rappelle aussi *Aegoceras confusum* Quenst. sp. (Quenstedt. Amm. des Schw. Jur., pl. XXX, fig. 54 à 62).

» I^{b}. Un autre échantillon de la même station laisse apercevoir la partie siphonale tranchante d'une Ammonite qui paraît d'ailleurs être l'*Oxynoticeras oxynotum* Quenst. sp. lui-même.

» I^{c}. Nous remarquons également parmi les échantillons de ce niveau une forme jeune d'*Echioceros raricostatum* Quenst. sp.

» II. *Oxynoticeras* aff. *lynx* d'Orb. sp. Fragment de partie ventrale pouvant se rapporter également à une simple variété d'*Oxynoticeras oxynotum* telle que, par exemple, *Ammonites oxynotus depressus* Quenst. (Amm. des Schw. Jur., pl. XXII, fig. 40).

» II^{b}. Sur le même échantillon que *Oxynoticeras lynx* se trouve une Ammonite presque lisse et pourvue de côtes épaisses estompées et accentuées vers l'ombilic, que l'on peut rapporter à *Aegoceras bifer* Quens. sp. (Amm. des Schw. Jur. pl. XXII, fig. 21).

» II^{c}. Sur le même fragment se montre, remarquablement conservé, un fragment de tour que sa partie siphonale inégalement striée et ses côtes noduleuses permettent de rapporter avec certitude à *Coeloceras pettos* Quenst. sp. (*Grenouillouxi* d'Orb. sp.). La zone à *Oxynoticeras oxynotum* du Lotharingien est donc représentée au point de dragage 235 par des calcaires durs gris bleuté contenant de petites Ammonites spathisées ».

Station 248. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Deux coups de drague très réussis ont ramené une grande quantité de calcaires liasiques fossilifères mélangés à d'autres roches (silex, roches paléozoïques).

1er coup de drague : j'ai recueilli 33 blocs de calcaire marneux dont le diamètre dépasse 8 ‰ ; 11 échantillons sont brisés, mais beaucoup doivent avoir été fragmentés dans le sac de la drague.

2^{e} coup de drague : le navire a dérivé d'environ 3 kilomètres. Les échantillons de calcaire sont encore plus nombreux et plus volumineux : j'ai compté 34 plaquettes dépassant la taille du poing. Les plus grandes dimensions observées sont les suivantes : 25 ‰ × 17 × 2-3, 32 × 18 × 2, 11 × 6 × 5. Ces fragments de calcaires ont la forme plutôt arrondie sur les bords ; ce sont des plaquettes ou des blocs perforés par des Annélides, et des mollusques lithophages (exemplaires vivants). Leur surface est couverte de Bryozoaires, d'Hydrozoaires, de Balanes, d'Eponges; quelques échantillons sont cependant presque lisses. Plusieurs faciès peuvent être distingués :

1° Calcaires du premier dragage : échantillons gris, tendres, contenant d'assez nombreuses *Bélemnites* ; leur surface présente parfois une légère patine ocreuse ; dans certains cas, cette patine est recouverte par des colonies encroûtantes de Bryozoaires.

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE II

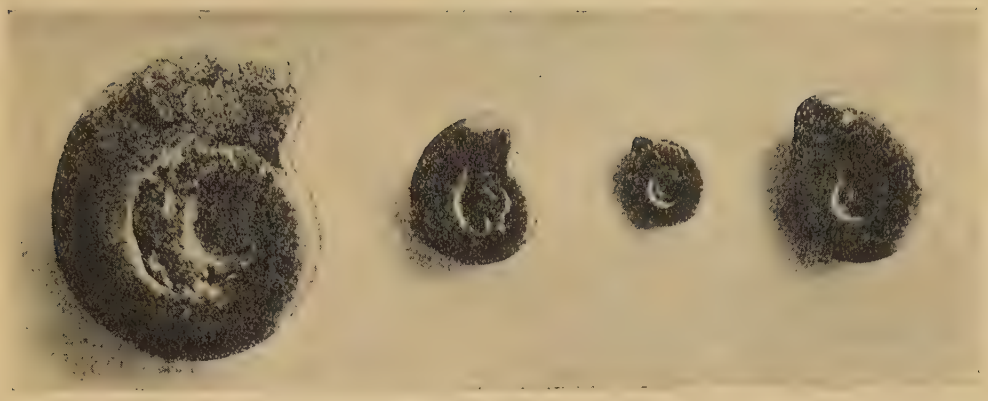
Ammonites et calcaires liasiques

Fig. 1. — Echantillons usés et roulés de Hildoceras. Hauteur de l'échantillon de gauche : 4 %. St. 248, au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. (Cliché Lecouturier).

Fig. 2. — Plaque perforée de calcaire liasique. Longueur 16 % ½. St. 263, au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. (Cliché L. D.).

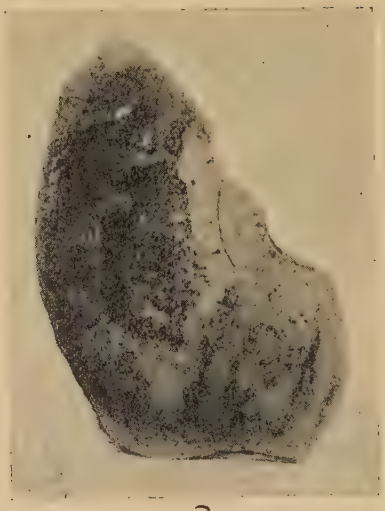
Fig. 3. — Fragment d'Ammonite, montrant la ligne de suture — *Almatheus margaritatus*? — St. 248. (Cliché L. D.).

Fig. 4. — Grande plaque de calcaire marneux hettangien, perforée par des Mollusques. Longueur : 40 %. St. 230, au Nord de la Fosse Centrale, à 79 m. de profondeur. (Cliché L. D.).



1

2



3

4

2° Calcaires gris plus durs du deuxième dragage : une partie des échantillons sont arrondis sur les bords et dépourvus d'animaux à leur surface.

3° Galets de calcaire gris dur.

4° Galets de calcaire bleuâtre.

Les fossiles déterminés ont été trouvés en dehors des calcaires ; ce sont : un gros fragment d'Ammonite (pl. II, fig. 31) montrant la ligne de suture (*Amaltheus margaritatus* Montf. sp. 1) provenant du premier dragage ; plusieurs petites Ammonites roulées provenant, je crois, du deuxième dragage, parmi lesquelles un échantillon typique de *Hildoceras Levisoni* Simpson sp. Voici un extrait du manuscrit de MM. Kilian et Blanchet à ce sujet :

« Echantillons de la station 248 (Nord de Cherbourg, 60 m. de profondeur). I. Grand fragment d'Ammonite à tours à peu près lisses sur lesquels on aperçoit toutefois des traces de côtes simples, falciformes et dirigées en avant. Une empreinte d'un fragment de tour interne spathisé visible sur le verso de l'échantillon permet de constater que ses tours internes possédaient une ornementation plus rigoureuse formée de côtes simples infléchies et falciformes. La ligne cloisonnaire que nous avons pu heureusement préparer présente une très grande ressemblance avec celles qu'ont figurées Quenstedt (Amm. des Schw. Jur. pl. XLI, fig. 1) et Wright (Lias Amm., pl. LIII). Nous croyons donc pouvoir rattacher avec une quasi certitude l'échantillon recueilli par le « *Pourquoi-Pas ?* » à *Amaltheus margaritatus* Montfort sp., et la considérer comme un fragment d'individu de grande taille de cette espèce. Les figures données par les auteurs, et notamment par Quenstedt et Wright, montrent en effet que l'ornementation de *Amaltheus margaritatus* Montfort sp. s'atténue avec l'âge ainsi que les nodosités de sa carène. Nous n'avons pas pu, il est vrai, constater sur l'échantillon considéré, des traces des stries concentriques qui se montrent fréquemment dans cette forme et sont particulièrement accentuées chez *Amaltheus Engelhardti* d'Orb. sp. Il s'agit donc ici de la forme la plus caractéristique de la partie supérieure du Lias moyen (Domérien).

» II. Trois petites Ammonites usées et roulées (pl. II, fig. 1) ; elles ne peuvent être déterminées spécifiquement malgré toute la bonne volonté possible, l'usure ayant enlevé l'ornementation. Un échantillon plus grand, cependant, permet d'étudier la ligne suturale malgré l'usure de l'échantillon et laisse apercevoir une carène siphonale bordée par deux sillons, c'est-à-dire une région siphonale tricarénée, ainsi que quelques restes d'ornementation. Cette Ammonite tricarénée pouvait être, à première vue, rapportée soit à la famille des Ariétidés, soit à celle des Hildocératidés, soit encore aux groupes tricarénés du Crétacé supérieur. Un examen attentif, et notamment la préparation de la ligne suturale ainsi que l'étude des vestiges de côtes dirigées en arrière sur la partie externe des flancs et une vague apparence de canal sur le milieu des flancs, nous ont donné la conviction qu'il s'agit là certainement d'une forme du groupe de *Hildoceras bifrons* et probablement de *Hildoceras Levisoni* Simpson du Toarcien ».

Ces observations permettent de formuler les conclusions suivantes : il existe au Nord de Cherbourg, sur une distance de plusieurs kilomètres, des affleurements de calcaire liasique à Ammonites et Bélemnites, les uns se rapportant au Domérien, d'autres au Toarcien inférieur.

Station 260. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. La drague ramène 23 échantillons de calcaire dont le diamètre dépasse 3 ‰ ; une grande plaque présente les dimensions suivantes : 25 ‰ × 18 × 4 ; sa surface est couverte de tubes d'Hermelles, de Polypiers, de Modioles, et perforée par des Mollusques et des vers ; deux autres blocs dépassent 10 ‰ de diamètre. En général, les échantillons sont arrondis sur les bords et couverts de Balanes et de tubes de vers ; quelques-uns sont à l'état de galets : l'un d'eux présentant 7 ‰ de diamètre ne montre aucune trace d'animaux à sa surface.

Ces calcaires sont de faciès différents ; quelques-uns rappellent les calcaires gris durs ramenés dans le deuxième coup de drague de la station 248, les autres sont des calcaires jaunâtres durs, remplis de débris fossiles paraissant être des fragments de test de *Lamellibranches*. J'ai observé sur l'un d'eux

un *Pecten* entier de petite taille. Ces calcaires à *Pecten* sont peut-être plus récents que ceux de la station 248 : dans ce cas, on trouverait, en allant vers l'Ouest, des affleurements de couches jurassiques de plus en plus anciennes.

Station 261. — Au Nord de Cherbourg, à 70 m. de profondeur. On recueille 7 fragments de calcaire marneux plutôt roulés, couverts de Bryozoaires, d'Hermelles, de Modioles, et perforés par des Mollusques et par des vers. Deux sortes de calcaires peuvent être observés :

1° Calcaire grisâtre, dur, rappelant les calcaires gris ramenés dans le deuxième coup de drague de la station 248.

2° Calcaire gris, grenu, d'aspect schistoïde, beaucoup plus tendre que le précédent, se brisant facilement à la main.

Station 262. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. 22 blocs de calcaire présentant plusieurs faciès :

1° Calcaires marneux gris bleuâtre très tendres, se brisant à la main ; une dizaine d'échantillons ont été recueillis dont plusieurs ont été trouvés brisés dans le sac de la drague. Ils sont couverts de Balanes et perforés par des Mollusques lithophages ; ils contiennent des fragments de test indéterminables.

2° Calcaires jaunâtres durs à débris de test de Lamellibranches et à *Pecten* analogues aux calcaires à *Pecten* de la station 260. Une plaquette de forme irrégulière arrondie sur les bords mesure 11 $\frac{c}{m}$ $\times 10 \times 6$.

3° Calcaires plus gris que les précédents.

Les calcaires de la première catégorie sont les plus abondants : ils doivent être en place ; les autres sont plus ou moins éloignés de leur gisement. Il est probable qu'il existe dans cette région une série de bancs différents : les plaquettes détachées de leurs affleurements respectifs se trouvent mélangées par les courants.

Station 386. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Le sac de la drague étant déchiré, une partie des cailloux est retombée au fond. On recueille 60 % de calcaires marneux dont quelques-uns montrent des cassures. Les échantillons ont la forme de grandes plaques couvertes de Bryozoaires et de tubes de vers, perforées par des Mollusques lithophages, des vers et des Cliones. Une de ces plaques (fig. 17) présente les dimensions suivantes : 19 $\frac{c}{m}$ $\times 15 \times 5$. C'est là un sype spécial de *hard ground*, de surface durcie et perforée balayée par les courants à 60 m. de profondeur : la surface des calcaires se décape constamment puisqu'on observe des trous de perforants réduits à leur partie inférieure. Les échantillons recueillis sont tous de même faciès : calcaires gris durs, montrant de rares traces de fossiles ; en échantillonnant un grand nombre de fragments, j'ai pu dégager deux fragments d'*Ammonites*, une *Bélemnite*, une *Térébratule*. Ces échantillons bien en place se rapportent soit au Lias, soit à l'Oolithique inférieur.

2. — Calcaires liasiques peu abondants

Les stations suivantes sont toutes, sauf une, situées dans la région des affleurements liasiques découverts au Nord de Cherbourg.

Station 263. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Deux coups de drague ont été donnés à environ deux milles l'un de l'autre. Pendant ces opérations, le bateau a dérivé vers l'Est. Le premier coup de drague ramène d'assez nombreux blocs de calcaire marneux (une douzaine) perforés par des Annélides et des Mollusques lithophages. Le deuxième coup de drague ramène quelques galets calcaires de la taille du poing. Les plus grandes dimensions observées sont les suivantes : 17 $\frac{c}{m}$, 11, 3, 12, 8, 3. Un échantillon a la forme d'une plaquette à bords tranchants (pl. II, fig. 2) : il est formé par un calcaire grisâtre, dur. Un bloc contenant un

fragment de *Bélemnite* montre de petits corps ovales ressemblant à des oolithes clairsemées dans la roche. A l'intérieur, il semble exister un débris minéral et parfois de la *glauconie*. Une attaque à l'acide libère de nombreux grains de glauconie ; quelques-uns représentent des moulages de Bryozoaires, d'autres sont emplis de petites coquilles enroulées assez énigmatiques. Il est intéressant de signaler la présence de glauconie dans ces calcaires liasiques. On sait que jusqu'à présent la glauconie a été rarement signalée dans le Lias (133).

Station 417. — Idem, à 65 m. de profondeur. Je recueille de petits fragments de calcaire noirâtre roulés contenant une *Rhynchonelle*, et de petits échantillons très usés d'*Ostrea*.

Station 516. — Idem, à 60 m. de profondeur. La drague ramène un bloc de calcaire liasique plus gros que le poing, perforé par des Mollusques lithophages : sa surface est couverte de Bryozoaires et de Balanes. Les perforations contiennent des échantillons d'*Arca*. Le calcaire est gris un peu violacé, très dur.

Station 2.024. — A l'Ouest du banc Shamrock, à 160 m. de profondeur. Je recueille deux échantillons de calcaire marneux gris, perforés, couverts de Bryozoaires arborescents, ressemblant à du calcaire liasique, dépourvus de fossiles. Il est possible que cette roche tendre ait été draguée près de son affleurement, mais de nouveaux dragages seraient nécessaires pour le prouver. Il serait intéressant de pouvoir affirmer la présence du Lias au large de l'entrée occidentale de la Manche.

Station 2.038. — Au Nord de Cherbourg, à 60 mètres de profondeur. Quelques petits fragments de calcaire gris perforés par des Mollusques et des Cliones.

Station 2.039. — Idem. Quelques plaquettes grandes comme la main de calcaire gris dur, perforées par des Mollusques et par des Vers ; quelques galets bien arrondis.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Carte VIII (p. 81)

Les stations 235 et 230, situées à 25 et 30 milles au Sud d'Eddystone, ont donné des résultats plus intéressants que les stations anglaises voisines ; *elles ont permis de recueillir des calcaires bien en place et fossilifères* ; ces calcaires, datés par leurs Ammonites, appartiennent à l'Hettangien (st. 230) et au Lotharingien (st. 235), c'est-à-dire au Lias inférieur. Les mers liasiques ont certainement dépassé cette région vers l'Ouest : en effet, les roches que nous avons recueillies sont des calcaires fins qui n'annoncent pas par leur faciès la proximité de la ligne de rivage ; d'autre part, nous avons vu qu'en Angleterre et en Normandie le maximum de transgression s'est produit au Lias supérieur ; il a dû en être de même dans la région de la Manche.

A mon avis, *la communication était déjà réalisée, plus ou moins difficile, aux différentes époques du Lias, entre la mer qui couvrait une partie de l'Angleterre et de la Normandie et la mer du bassin d'Aquitaine*. La présence de quelques échantillons de calcaire marneux, au large de l'entrée de la Manche (st. 2.024) vient à l'appui de cette hypothèse.

Au Nord de Cherbourg, existe une vaste région d'affleurements liasiques (plusieurs kilomètres carrés) ; les fossiles trouvés appartiennent au Domérien et au Toarcien. Il existe là un bassin liasique analogue aux bassins de Valognes et de Carentan. On aurait pu croire que les roches primaires prolongeaient leurs affleurements très loin au Nord du Cotentin ; il n'en est rien, puisqu'à moins de 10 milles de la côte elles sont recouvertes par le Lias.

La présence de calcaires liasiques à la station 214, au Nord de la Fosse centrale, achève de ruiner la conception ancienne d'un rivage des mers liasiques se continuant depuis la région de Barfleur jusqu'à la baie de Lyme Regis (A. de Lapparent, 136, p. 1.079).

En résumé, nos dragages permettent d'affirmer que les étages suivants du Lias sont représentés au fond de la Manche :

1. *Hettangien.* — Calcaires marneux grisâtres, très tendres, contenant une série de petites Ammonites parmi lesquelles *Psiloceras planorbis* (st. 230 au Sud d'Eddystone).

2. *Lotharingien.* — Calcaires gris bleu, assez durs, contenant *Oxynoticeras oxynotum* (st. 235, au Nord-Est de la précédente).

3. *Domérien.* — Gros fragment d'*Amaltheus margaritatus* (st. 248, au Nord de Cherbourg).

4. *Toarcien.* — Echantillons roulés de *Hildoceras* (st. 248).

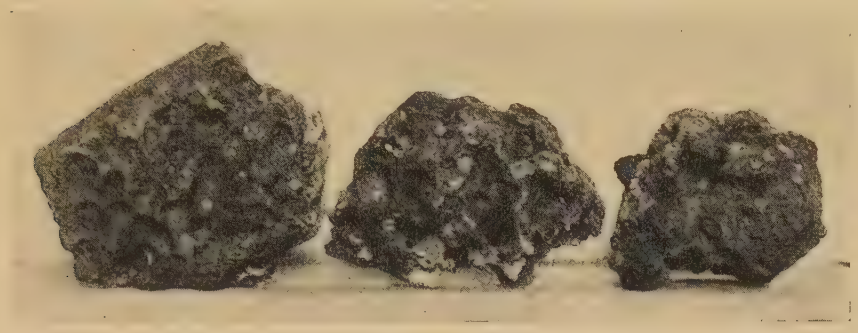


Fig. 18. — Calcaires blancs de l'Oolithique. Blocs perforés. Longueur de l'échantillon de gauche : 10 ⅝ ½. St. 400, dans la baie de Seine, à 38 m. de profondeur (Cliché L. D.)

C. — OOLITHIQUE

A. — OOLITHIQUE INFÉRIEUR

Sur la côte du Dorset, les différents termes de l'Oolithique inférieur s'observent dans la région de Bridport, à l'Est des affleurements du Lias. Ils se retrouvent de l'autre côté de la Manche, en Normandie, où ils présentent souvent des faciès très analogues. Les dépôts observés dans cette région sont néritiques, surtout formés de calcaires oolithiques ; les surfaces perforées et les couches remaniées sont fréquentes. Lorsqu'on se dirige de l'Ouest à l'Est, on trouve en falaise des assises de plus en plus récentes ; le Bajocien affleure à Port-en-Bessin, le Bathonien à Lion-sur-Mer, l'Oxfordien à Villers. Des platiers rocheux s'étendent en avant de la côte : les roches de Grandcamp et les rochers du Calvados ; ces derniers sont formés de calcaires blancs à coquilles et organismes triturés du Bathonien.

Les échantillons que j'ai rapportés à l'Oolithique inférieur sont des calcaires blancs, gris ou jaunâtres, souvent coquilliers ou oolithiques. Ils ont tous été dragués dans la région comprise entre le Nord du Cotentin et l'embouchure de l'Orne.

1. — CALCAIRES « EN PLACE »

CARTE VIII (p. 81)

Les calcaires de cette catégorie se trouvent en blocs nombreux, perforés (fig. 18, p. 91).

STATION 258. — A l'Ouest de la pointe de Barfleur, à 32 m. de profondeur. La drague ramène 16 blocs calcaires anguleux dont quelques-uns sont plus gros que le poing. Ils sont cou-

verts de Balanes, d'Alcyons, de tubes de Serpules, de Flustres ; leur surface est perforée par des Mollusques (*Gastrochaena*), des Vers et surtout par des Cliones. Plusieurs faciès peuvent s'observer : calcaire dur grisâtre, calcaire marneux brunâtre à grain fin, calcaire jaunâtre présentant des moules de Gastropodes et de Lamellibranches ; ce dernier échantillon m'a fourni après décalcification de petits moules de Bryozoaires en *glauconie* vert clair.

Station 400. — Dans la baie de Seine, à 38 m. de profondeur. Quatre coups de drague ont été donnés : les trois premiers sans succès et cependant les secousses du câble témoignaient d'un fond rugueux ; il est probable que la drague a râclé la surface d'un plateau rocheux. Le quatrième coup de drague a ramené de grandes plaques calcaires rongées par les animaux perforants (fig. 18), couvertes de colonies arrondies de Bryozoaires, d'Algues calcaires et de tubes de Serpules ; des coquilles d'Arches sont logées dans les perforations. Dimensions observées : 12 ‰, 11 ; poids : 960 gr., 460. Plusieurs fragments sont de la taille du poing. Le calcaire est gris ou jaunâtre à grain très fin ou un peu grossier, sans fossiles.

Station 401. — Au Nord de Saint-Aubin, à 19 m. de profondeur. Le travail de la drague est très rude. On recueille 80 % de calcaire spathique et oolithique jaunâtre ; onze échantillons dépassent 4 ‰ de longueur ; ils sont couverts de Balanes, de tubes d'Hermelles, perforés par des Mollusques et des Cliones. Après traitement par l'acide chlorhydrique, le calcaire fournit de nombreux moulages glauconieux de Foraminifères et de Bryozoaires ; ils sont analogues aux calcaires bathoniens de la région côtière. Il est intéressant de signaler la présence de *glauconie* dans ces calcaires.

Station 539. — Au Nord de Bernières, à 23 m. de profondeur. Nombreuses plaquettes de calcaire encroûtées par des Éponges, des Balanes, des tubes de Serpules, d'Hermelles, perforées par des Cliones et des *Gastrochæna* (plusieurs exemplaires vivants). Le calcaire est blanc, oolithique, pétri de fossiles (*Brachiopodes*, *Ostrea*, piquants d'Oursins). J'ai recueilli également à cette station de petits fossiles roulés (*Terebratula*, *Arca*). Le calcaire semble bien appartenir au Bathonien.

2. — calcaires peu abondants

Station 259. — Au Nord de la pointe de Barfleur, à 43 m. de profondeur. Petits échantillons roulés de calcaire blanchâtre à débris de fossiles.

Station 398. — Au Nord de la pointe de Barfleur, à 64 m. de profondeur. Plusieurs plaquettes de calcaire perforées par des Cliones et des Mollusques (*Saxicava*) ; les perforations sont remplies de petits Lamellibranches.

Station 403. — A l'Est de Saint-Vaast, à 35 m. de profondeur. Quatre fragments de calcaire.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Carte VIII (1) (p. 81)

Les gisements trouvés aux points de dragage 401 et 539 constituent de simples prolongements sous-marins des affleurements connus sur les « rochers du Calvados » dont ils ne sont éloignés que de quelques milles.

La station 400 est, au contraire, située à environ 15 milles au Nord de la côte ; comme la région comprise entre le Cotentin et l'estuaire de la Seine, désignée sur les cartes marines sous le nom de « baie de Seine », présente un relief très peu accentué et comme les couches de l'Oolithique

(1) Les numéros correspondant à l'Oolithique inférieur sont soulignés).

montrent au bord de la côte normande une pente très faible, *on peut supposer qu'une grande partie de cette baie de Seine a son substratum formé de couches de l'Oolithique inférieur.*

A la station 258, à environ 3 milles de la côte de Barfleur, la profondeur est à peu près la même qu'à la station 400 (st. 258 : 32 m. ; st. 400 : 38 m.) et c'est encore l'Oolithique inférieur qui affleure. Il est intéressant de noter que le massif ancien du Cotentin, en même temps qu'il disparaît sous la mer, se trouve recouvert très rapidement par les terrains liasiques au Nord (p. 90) et par l'Oolithique inférieur à l'Est.

Les gisements sous-marins de l'Oolithique inférieur reproduisent sous la mer la disposition classique « en auréoles » des couches du bassin de Paris ; *ils sont en retrait sur le Lias par rapport au centre du bassin.* Nous n'en avons trouvé aucun dans la Manche occidentale ; de même aucune roche appartenant à l'Oolithique n'a été recueillie dans les dragages de l'" *Oithona* ". Doit-on en conclure qu'à cette époque la Manche occidentale était émergée ? Non, car nous ne connaissons que les gisements qui ont été respectés par l'érosion et la mer a pu s'étendre très loin sans qu'il soit possible d'en retrouver maintenant les traces.

B. — OOLITHIQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR

Les échantillons étudiés ici paraissent tous se rapporter au Kimeridgien et au Portlandien.

En Angleterre, les couches appartenant à ces deux étages s'observent dans les falaises de la région de Portland et de Kimeridge ; les dépôts du Kimeridgien sont épais et très uniformes ; ce sont des argiles contenant des nodules et des bancs de calcaire argileux ; les faciès du Portlandien sont variés : sables, calcaires sableux, calcaire oolithique employé pour la construction.

Le Kimeridgien affleure des deux côtés de l'estuaire de la Seine ; il comprend des calcaires marneux, des argiles. On y trouve en abondance *Exogyra virgula.* Les falaises du Boulonnais montrent une série d'assises kimeridgiennes et portlandiennes qui ont donné lieu aux études classiques de Pellat et de Munier-Chalmas ; le Kimeridgien contient encore des argiles et des calcaires à *Exogyra virgula* ; le Portlandien y montre des alternances de formations marines et de formations fluviatiles : les principaux faciès lithologiques sont des calcaires marneux et des calcaires gréseux.

Les couches portlandiennes plongent régulièrement vers la mer ; elles occupent, dans le Boulonnais, avec les autres couches jurassiques, « le flanc oriental d'une cuvette dont le grand axe se trouve dans le détroit, à peu près dirigé du Nord au Sud, c'est-à-dire parallèlement à la côte » (174).

Hallez (108) a recueilli par dragage de nombreux échantillons de roches portlandiennes (grès siliceux, grès calcaires, calcaires marneux) dans le fond du détroit du Pas-de-Calais ; d'après lui « il est assez facile de reconnaître quand ces roches ont été prises en place, géologiquement parlant ». Il a ainsi déterminé que les principaux fonds rocheux constitués par des affleurements portlandiens étaient les suivants : « le creux de Lobourg, les Plâtiers, les Ridens, le Roc d'Angleterre et divers petits rochers » ; comme ces fonds rocheux sont situés à des niveaux très différents et comme les couches ont un prolongement général vers l'Ouest, il en résulte que les échantillons recueillis doivent appartenir aux différentes zones du Portlandien.

Nous avons trouvé, comme Hallez, quelques affleurements de roches portlandiennes dans le détroit (carte VIII, p. 81) ; celles recueillies dans les autres régions ne peuvent pas être considérées comme en place.

1. — CALCAIRES « EN PLACE »

CARTE VIII (p. 81)

STATION 406. — Au large de Boulogne, à 30 m. de profondeur. La drague travaille très durement et ramène plusieurs fragments de calcaire jaunâtre à grandes plages de calcite et de calcaire tendre de couleur grise montrant des moules de fossiles (*Lamellibranches*). Ces calcaires sont sans doute portlandiens.

STATION 407. — Dans le Creux de Lobourg, à 45 m. de profondeur. Plusieurs échantillons gros comme le poing, couverts de tubes de Serpules : calcaire gréseux grisâtre.

STATION 408. — Près de la Queue du Colbart, à 32 m. de profondeur. Nombreux fragments de calcaire perforés par des Cliones et des Saxicaves, se brisant facilement à la main ; ils contiennent des moules de fossiles indéterminables ; une dizaine de plaquettes de calcaire gréseux remplies d'animaux perforants.

2. — CALCAIRES PEU ABONDANTS

STATION 213. — Au Sud-Ouest de Portland, à 60 m. de profondeur. La drague ramène cinq fragments de calcaire perforés par des Mollusques et couverts de Bryozoaires arborescents ; l'échantillon le plus volumineux mesure 7 ‰ de longueur ; il a une forme fendillée curieuse ; il est formé de calcaire gris brunâtre.

STATION 244. — Au Sud de Portland, à 50 m. de profondeur. Echantillon perforé par des Mollusques et des Cliones : calcaire gris clair à grain très fin.

STATION 245. — Au Sud de Kimeridge, à 48 m. de profondeur. Plusieurs fragments de calcaire crème perforés par des Vers.

STATION 256. — Au large du cap d'Antifer, à 25 m. de profondeur. Fragments de calcaire argileux à grain fin perforé par des Mollusques : les perforations sont remplies de vase verdâtre.

STATION 404. — Au Sud-Ouest du Vergoyer, à 35 m. de profondeur. Blocs couverts de tubes de Serpules dont le plus volumineux a la taille du poing, calcaire gréseux sans doute portlandien montrant des moules de *Lamellibranches*, de *Gastropodes*, de *Polypiers*.

STATION 547. — Dans le prolongement oriental de la Fosse centrale, à 65 m. de profondeur. Un gros bloc de calcaire lumachelle contenant *Exogyra virgula*, analogue au calcaire Kimeridgien des falaises du Boulonnais (Audresselles) ou à celui des falaises de la Hève.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

CARTE VIII (p. 81)

Parmi les gisements en place, celui de la station 407 est situé dans le « Creux de Lobourg », région qui a déjà été signalée par HALLEZ comme correspondant à des affleurements portlandiens. Les deux autres gisements permettent de compléter les nombreux renseignements dus à HALLEZ ; la station 406 est située à l'Ouest de la « Bassure de Baas » et la station 408 à l'Est de la « Queue d'aval du Colbart ».

A la station 256, nous avons trouvé quelques échantillons de calcaire argileux, à quelques milles seulement des affleurements kimeridgiens des falaises d'Octeville, au Nord du cap de la Hève.

Enfin les stations 213, 244, 245 sont placées au Sud de la région de Portland et de Kimeridge.

Le bloc isolé de calcaire kimeridgien dragué à la station 547, en pleine Manche, a peut-être été apporté par les glaces flottantes du Quaternaire.

D. — CRÉTACÉ

A. Crétacé inférieur.

B. Roches glauconieuses.

C. Craies blanches ou jaunes.

D. Accidents siliceux non glauconieux, silex.

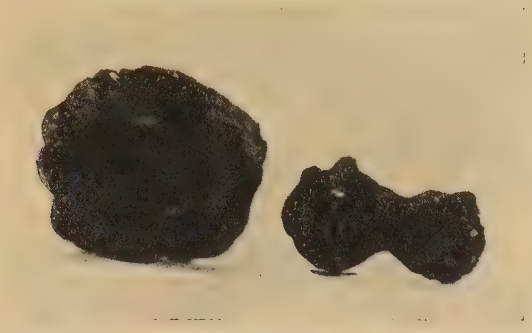


Fig. 19. — Rognons de grès pyriteux du Crétacé inférieur. Diamètre de l'échantillon de gauche : 4 cm ½. St. 245, au Sud de Kimeridge, à 48 m. de profondeur. (Cliché L. D.)

A. — CRÉTACÉ INFÉRIEUR

(Néocomien)

Les échantillons étudiés ici se rapportent principalement à l'Aptien et les termes de comparaison sont à chercher surtout dans l'île de Wight et dans les falaises de la Hève.

Le Néocomien de l'île de Wight comprend (220) : à la base, les couches essentiellement lacustres et fluviatiles du Wealdien (argiles bigarrées, argiles feuilletées) ; au sommet, les couches marines désignées sous le nom de « Lower Greensand », dont la masse principale est constituée par des sables ferrugineux, épais de 120 à 170 m. Le Lower Greensand, qui contient dès la base *Hoplites Deshayesi*, est d'âge aptien.

Ses affleurements traversent l'île de Wight, de la baie de Sandown, à l'Est, à la baie de Brixton, à l'Ouest ; ils font partie d'une zone anticlinale, dont l'axe est occupé par le Wealdien ; dans la partie occidentale de l'île, on voit l' « anticlinal de Brixton » disparaître sous la mer : son flanc Nord est très redressé et quelquefois même déversé, tandis que son flanc Sud est peu incliné (220, p. 153). Dans le prolongement du flanc Nord s'observent les affleurements du Lower Greensand de la côte du Dorset : ils traversent l' « île de Pürbeck » depuis Swanage, à l'Est, où ils ont une épaisseur d'environ 200 pieds jusqu'à « Mupe Bay », à l'Ouest, où leur épaisseur n'est plus que de 70 pieds : on ne trouve plus de Lower Greensand, à l'Ouest de Mupe Bay, dans le Dorset (156).

De l'autre côté de la Manche, le Néocomien affleure sur les bords de l'estuaire de la Seine ; du cap de la Hève à Octeville, on voit les argiles Kimeridgiennes surmontées par des sables, des roussards ; au sommet se trouve un poudingue ferrugineux contenant des fossiles aptiens : l'épaisseur du Néocomien est d'une vingtaine de mètres.

Dans le Boulonnais, les couches wealdiennes sont surmontées par des sables marins contenant des Trigonies. De l'autre côté du détroit, le Néocomien est bien représenté dans l'anticlinal du Weald, où il contient une série de couches analogues à celles de l'île de Wight. Renaud (184), après une campagne de forages, a dressé une carte géologique du détroit du Pas-de-Calais faisant suite à celle qui avait été tracée plus au Nord par Pottier et de Lapparent ; d'après cette carte, les « sables verts » affleurent régulièrement du cap Blanc-Nez à Folkestone ; ils sont bordés au Sud du cap Gris-Nez, au Nord de Dungeness, par le Wealdien qui forme une bande moins régulière, interrompue par des affleurements portlandiens.

Les échantillons de dragage attribués au Néocomien sont surtout des grès ferrugineux ; ils ont été trouvés aux stations suivantes.

1. — NÉOCOMIEN « EN PLACE »

Carte IX (p. 97)

Station 245. — Au Sud de Kimeridge, à 48 m. de profondeur. On a effectué deux coups de drague ramenant chaque fois un grand nombre d'échantillons ; dans l'intervalle des deux dragages, le navire a dérivé d'environ 3 kilomètres. Une centaine d'échantillons ont été recueillis parmi lesquels des sables, des grès ferrugineux, des poudingues, des nodules de limonite, des rognons de pyrite.

1° *Sables, grès, poudingues ferrugineux.* — Ce sont les échantillons les plus abondants et les plus volumineux. Voici les principaux types lithologiques observés : un bloc de grès à grain homogène (longueur : 11 ‰, poids : 220 gr.) ; un fragment de grès ferrugineux (10 ‰) présentant l'aspect de *roussard* à grain fin et montrant une partie centrale claire ; un échantillon de grès anguleux, grossier, ferrugineux dans sa partie externe. Plusieurs blocs de roussard sont creusés par des Mollusques perforants.

2° *Nodules de limonite.* — On observe de nombreux nodules de limonite affectant des formes diverses ; généralement leur surface brune est polie et brillante ; en les brisant, on trouve au centre de l'argile couleur chocolat ou du sable fin jaunâtre ; la couche externe de limonite est souvent épaisse de plusieurs centimètres. La plupart des nodules sont encroûtés comme des galets par des Bryozoaires, des Spirorbes.

3° *Rognons de pyrite.* — Un rognon de pyrite présente la forme d'une *poupée* (fig. 9, p. 95) : la cassure montre de nombreux grains de quartz ; un échantillon de grès fortement pyriteux a la forme d'une concrétion de marcassite ; j'ai observé un petit galet de silex qui adhérait à cet échantillon grâce à un ciment limonitique, provenant peut-être de la décomposition de la pyrite.

4° *Autres échantillons.* — Certaines plaquettes sont en hématite rouge et ressemblent à un véritable minerai de fer ; j'ai trouvé en outre quelques nodules bruns fossilifères (débris d'*Ostrea*), un moule interne de *Gastropode* turriculé, une dent de *Reptile*, une demi-douzaine de fragments de *bois* paraissant transformés en lignite ; ces derniers échantillons proviennent peut-être de formations plus récentes.

Les échantillons de cette station rappellent beaucoup ceux du « Lower Greensand » de l'île de Wight : c'est ainsi qu'on peut recueillir dans les falaises de Shanklin et de Sandown des grès grossiers ferrugineux, des rognons de pyrite et de limonite.

Station 255. — Au large du cap d'Antifer, à 27 m. de profondeur. Deux coups de drague très réussis permettent de recueillir un grand nombre d'échantillons de grès grossier ferrugineux (roussard), couverts de Flustres, de tubes de Serpules. Ces grès se présentent en plaquettes ou en blocs de forme irrégulière, souvent mal agglomérés (dimensions observées : 12 ‰ × 9 × 3, 10 × 3 × 6,

RÉPARTITION DES GISEMENTS CRÉTACÉS

- ▲ Néocomien en place
- ▲ Roches néocomiennes peu abondantes
- ■ Roches glauconieuses en place.
- □ Roches glauconieuses peu abondantes
- ⊗ Craie en place
- ○ Craie peu abondante

CARTE IX

Ateliers Blondel la Rougery, Paris

poids : 500 gr.). On observe plusieurs faciès : grès grossier tendre, grès ferrugineux montrant des parties glauconieuses : le traitement de ce dernier par l'acide chlorhydrique libère de nombreux grains de glauconie de forme quelconque, présentant souvent l'empreinte des autres minéraux ; je n'y ai pas observé de moules glauconieux d'organismes : un bloc de grès grossier friable contient de nombreux petits grains régulièrement arrondis ou ovales de limonite à surface brillante : quelques-uns sont formés de plusieurs couches concentriques, comme des oolithes ; on y observe, en outre, quelques grains de glauconie vert clair.

Ce grès friable, à petits grains brillants de limonite, est identique à certains grès qui affleurent dans les falaises de Sandown ou d'Octeville. Dans cette dernière région on peut récolter toutes les variétés de grès de la station 255 : grès ferrugineux plus ou moins grossiers en plaquettes ou en blocs de forme irrégulière, grès montrant des parties glauconieuses, etc.

2. — ROCHES NÉOCOMIENNES PEU ABONDANTES

STATION 244. — Au Sud de Portland, à 50 m. de profondeur. Petites concrétions ferrugineuses brunes, de forme irrégulière, rappelant celles de la station voisine 245 ; un fragment roulé de pince de Crustacé.

STATION 407. — Dans le « Creux de Lobourg », à 45 m. de profondeur. La drague ramène une quinzaine de fragments encroûtés par le bios : grès ferrugineux grossier (roussard), grès gris à grain fin ; la plupart des échantillons sont couverts de limonite concrétionnée, à surface brillante. J'ai trouvé de petits galets de silex englobés dans un ciment ferrugineux ; s'agit-il d'une sorte de foisonnement récent de limonite provenant des grès ferrugineux ? Est-on en présence d'un poudingue diestien (pliocène) contenant des galets de silex ? Il est difficile de répondre. J'ai retrouvé à la station voisine 409 les mêmes silex énigmatiques enduits d'oxyde de fer ; parmi ceux-ci un galet montrant des « marques de choc » présente un mince placage de grès ferrugineux.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

CARTE IX (p. 97)

Le gisement répéré à la station 245 *est situé à environ* 30 *milles au Sud-Ouest de l'île de Wight* ; il paraît se trouver dans le prolongement du flanc Sud de l'anticlinal de Brixton. Ce gisement offre une certaine étendue : en effet, les deux coups de drague effectués à environ 3 kilomètres l'un de l'autre ont donné les mêmes résultats. Les affleurements les plus occidentaux du « Lower Greensand » dans la région de la Manche sont donc ceux de l'île de Pürbeck (Mupe Bay) et celui de la station 245 qui se trouve à peu près sur le même méridien.

La station 255 est située à environ 7 milles des falaises du cap d'Antifer : les échantillons nombreux et volumineux que nous avons trouvés ne représentent pas des galets amenés de la côte ; ils indiquent la place d'un affleurement qui prolonge ceux des falaises voisines.

Il est intéressant de noter l'analogie lithologique remarquable qui existe entre les grès ferrugineux contenant de petits grains brillants de limonite recueillis à Octeville, à la station 255 et à Shanklin, dans l'île de Wight : la mer aptienne a déposé dans ces régions des sédiments semblables.

La station 407 qui est située sur l'emplacement d'un affleurement portlandien a fourni quelques grès ferrugineux : il est possible que le Néocomien affleure dans la région, non loin du Jurassique supérieur ; c'est ce qui se produit au Nord, au voisinage du banc Colbart, d'après la carte de RENAUD.

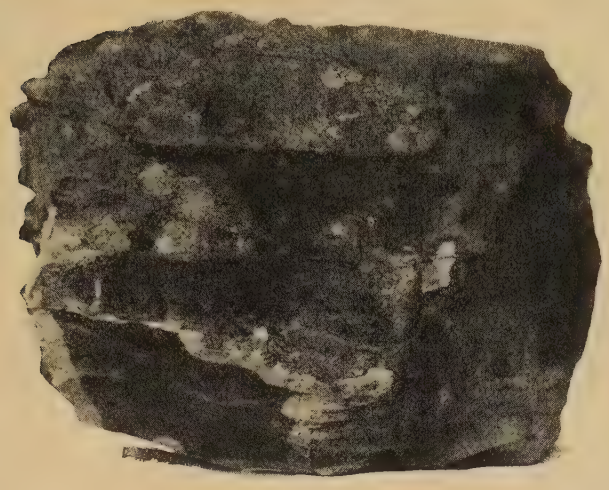


Fig. 20. — Accident siliceux glauconieux, présentant une structure stratifiée. Echantillon plus gros que la tête. Station 534, à l'extrémité occidentale de la Fosse centrale, à 84 m. de profondeur. (Cliché L. D.)

B. — ROCHES GLAUCONIEUSES

Je décris ici un certain nombre de roches, grès, calcaires, craies, accidents siliceux (1), pouvant se rapporter à des étages différents du Crétacé, mais présentant un caractère commun important : la présence de glauconie abondante, visible à l'œil nu. Dans les régions qui avoisinent la Manche, la glauconie s'observe en grande quantité dans les terrains albiens et cénomaniens ; on peut également trouver, comme nous l'avons vu précédemment (p. 98), des grains de glauconie dans les grès aptiens des bords de la Manche, mais ces grès sont en général ferrugineux, accompagnés de nodules de limonite. J'attribue donc à l'Albien et au Cénomanien (Crétacé moyen), les échantillons glauconieux non ferrugineux dont il va être question.

Les falaises de l'île de Wight présentent une coupe typique des terrains crétacés et l'on y a distingué les différentes zones de l'Albien et du Cénomanien : zone à *Mortoniceras rostratum*, zone à *Pecten asper*, zone à *Schloenbachia varians*, zone à *Holaster subglobosus* (220). On y observe de bas en haut : le Gault (argiles gris bleu), le Cénomanien comprenant l' « Upper Greensand » (sables glauconieux avec cherts, « cherts beds »), le « Chloritic Marl » (marne glauconieuse), le « Chalk Marl » (calcaires marneux, craie grise).

Des dépôts albiens et cénomaniens analogues se retrouvent sur la côte du Dorset ; à l'Ouest, ils sont nettement transgressifs : à la limite du Dorset et du Devon, près de Seaton, ils reposent sur les marnes triasiques (223, p. 43), et sont composés de sables argileux glauconieux, de sables verts, de grès verts et de cherts. Enfin dans le Devon, non loin du massif granitique de Dartmoor, existent quelques témoins de grès verts et de sables contenant des cherts : ils forment, à Haldon, la partie supérieure de collines qui s'élèvent à environ 800 pieds au-dessus de la mer (182, p. 93). Ce gisement contient *Orbitolina concava*. Pour la côte anglaise de la Manche, c'est le dernier témoin vers l'Ouest de la transgression du Crétacé moyen.

(1) Terme employé par M. Cayeux, dans son cours du Collège de France, pour désigner d'une façon générale, des concentrations siliceuses effectuées en milieu siliceux ou calcaire.

Dans les falaises de la Hève, s'observe une coupe typique de l'Albien et du Cénomanien, composés surtout d'argiles sableuses glauconieuses, d'argiles micacées, de grès glauconieux ; au sommet, la glauconie devient moins abondante et l'on trouve des accidents siliceux, disposés en lits réguliers.

A l'Ouest, le Cénomanien couronne les falaises du pays d'Auge : dans le « chaos de Villers », il se montre formé d'une couche de glauconie surmontée de craie glauconieuse.

Dans le Cotentin, on connaît 4 à 5 mètres de grès verts reposant sur le Lias à Fresville, sur le Silurien, à Rauville-la-Place (216, p. 23) ; ces grès contiennent *Orbitolina concava*, *Ostrea columba* ; ils appartiennent donc au Cénomanien et constituent l'affleurement de ce terrain le plus occidental qui soit connu sur la côte Sud de la Manche.

Beaucoup d'auteurs ont considéré qu'au Crétacé moyen une ligne de rivage s'étendait de la région des falaises normandes à la région du Devon. Ainsi, d'après un travail de Jukes-Browne, publié en 1903 (124), la limite de la mer cénomanienne contourne le Nord du Cotentin, forme une courbe s'avançant vers l'Ouest dans la région de la Manche occidentale, et aboutit dans le Devon, près de Start Point. R.-H. Worth (226, p. 172), en 1908, admet les conclusions de Jukes-Browne, tout en indiquant que la limite n'a pas été suffisamment prolongée vers l'Ouest ; il faut noter que les dragages de l'"*Oithona*" n'ont pas ramené de roches glauconieuses. En 1923, Dudley Stamp (89, p. 243), trace une ligne de rivage albienne ressemblant beaucoup à la ligne de rivage cénomanienne indiquée par Jukes-Browne ; il a d'ailleurs soin d'écrire : « The position of the shorelines must be regarded as very approximate ».

D'autres auteurs, au contraire, en traçant les contours de la mer du Crétacé moyen, ont figuré un chenal sur l'emplacement de la Manche occidentale (136, 142 *bis*). M. Douvillé (81), pense qu'il faut attribuer à la « trouée de la Manche » l'arrivée des Orbitolines des deux côtés de la Manche ainsi que d'autres « invasions mésogéennes ».

Nous allons voir que les dragages donnent raison à ces derniers auteurs ; nous avons en effet recueilli des roches glauconieuses en pleine Manche occidentale (carte IX, p. 97).

Il est important de noter, en faveur de l'extension ancienne du Crétacé moyen vers l'Ouest, la présence de galets de cherts cénomaniens dans les graviers éocènes et quaternaires du Devon et du Cornwall. Les auteurs des cartes géologiques anglaises en signalent de nombreux exemples dans ces régions : c'est ainsi qu'on trouve ces galets dans des graviers attribués à l'Éocène, aux environs de Penzance, dans le Cornwall (178) et jusque dans les terrasses quaternaires des îles Scilly (13).

Les galets de cherts accompagnent, dans ces gisements, de nombreux silex de la craie, dont il sera question plus loin (p. 109).

1. — ROCHES GLAUCONIEUSES « EN PLACE »

CARTE IX (p. 97)

Station 527. — A l'entrée occidentale de la Manche, à 91 m. de profondeur. La drague travaille durement et ramène de gros blocs de calcaire glauconieux sur lesquels sont fixés des Polypiers et des Bryozoaires ; les deux échantillons les plus volumineux pèsent 1 kg. 800 et 1 kg. 050. Le calcaire est rongé par des Cliones et des Mollusques perforants. Les faciès suivants peuvent être distingués :

a) Calcaire blanchâtre contenant de nombreux grains de glauconie assez espacés ; un échantillon a fourni un fragment d'*Huître* et une *Rhynchonelle*. Après décalcification, on observe de nombreux grains de glauconie simples ou composés, souvent craquelés, des moules glauconieux

de Foraminifères et beaucoup de bâtonnets verts qui représentent des fragments de spicules d'Éponges. En coupe mince le calcaire montre de nombreux Foraminifères (*Textularia*), quelques fragments de Bryozoaires, des débris coquilliers, des spicules d'Éponges. Des nids de calcédoine sont répartis dans la roche ; sur l'une des plaques on a observé une enclave quartzeuse.

b) Calcaire blanc paraissant à l'œil nu dépourvu de glauconie ; cependant le traitement à l'acide chlorhydrique libère de nombreux moules glauconieux de Globigérines et des spicules d'Éponges associés à d'autres moules de Foraminifères (*Textularia*).

c) Accidents siliceux gris de forme variée, allongée ou massive, faisant effervescence et contenant de la glauconie. La région centrale siliceuse passe insensiblement à une auréole blanchâtre poreuse happant fortement à la langue et ressemblant à de la craie cherteuse. Un accident siliceux de forme tubuleuse irrégulière m'a montré de nombreux grains de glauconie et d'innombrables spicules d'Éponges dont quelques-uns ont le canal partiellement empli de glauconie. Après décalcification on observe surtout des moules glauconieux de Globigérines et de spicules d'Éponges. D'autres échantillons contiennent des grains de glauconie moins nombreux et peu de moules nets en dehors des moules de spicules.

Station 534. — A l'extrémité occidentale de la Fosse centrale, à 84 m. de profondeur. Je recueille un bloc siliceux (fig. 20, p. 99), plus gros que la tête et couvert d'animaux sauf sur la partie qui reposait sur le fond : Polypiers, Alcyon, Éponges, Hydrozoaires, Ascidies, Serpules, *Chlamys distortus*. Cet échantillon présente une structure stratifiée par suite du parallélisme de bandes siliceuses dures restées en saillie. C'est un accident siliceux de couleur grise, faisant effervescence, montrant une texture assez grossière ; la partie externe forme une auréole blanchâtre plus calcarifère ; les débris organiques sont alignés comme les bandes siliceuses. Le traitement à l'acide libère des grains de glauconie. En coupe mince on observe de nombreux Foraminifères rotaliformes.

Cet échantillon rappelle certains accidents calcaréo-siliceux qui se trouvent dans les « chert beds » de l'île de Wight ou à leur voisinage (Upper Greensand) ; mais ici les Foraminifères dominent tandis que les cherts se montrent bourrés d'une multitude de spicules d'Éponges.

2. — ROCHES GLAUCONIEUSES PEU ABONDANTES

Station 44. — Dans la Fosse centrale, à 102 m. de profondeur. Un petit galet de craie blanchâtre parsemé de grains glauconieux vert foncé ; la roche est poreuse et happe fortement à la langue ; elle montre çà et là de petites régions translucides. Les moules glauconieux de spicules d'Eponges sont assez rares.

Station 214. — Au Nord de la Fosse centrale, à 63 m. de profondeur. La drague ramène des roches glauconieuses de faciès varié : un bloc de forme irrégulière, couvert de Bryozoaires, de tubes de Serpules, d'Hydrozoaires, formé de calcaire contenant des grains de glauconie luisante très rapprochés ; après décalcification on observe de nombreux moules glauconieux de spicules d'Eponges et de Foraminifères. Un échantillon de grès calcaire et glauconieux creusé de longues galeries (dimensions : 12 $\frac{m}{m} \times 10 \times 5$, poids : 700 gr.). Il contient des grains de quartz atteignant 2 à 3 $\frac{m}{m}$ de diamètre. Deux fragments d'une sorte de craie cherteuse blanc grisâtre montrant de fines mouches de glauconie ; la région centrale siliceuse plus foncée fait un peu effervescence et passe insensiblement sur les bords à une auréole blanchâtre creusée de petites lacunes où l'effervescence est très vive. Les mouches et les grains de glauconie se montrent aussi bien dans l'auréole que dans la partie siliceuse. Ces deux derniers échantillons rappellent beaucoup la craie glauconieuse et poreuse, contenant des accidents siliceux, visible dans le Cénomanien des falaises de Villers, en Normandie.

Station 226. — A l'Ouest de Guernesey, à 70 m. de profondeur. Un fragment irrégulier de craie blanchâtre un peu glauconieuse. Un petit galet de craie très glauconieuse perforé par des Annélides : l'attaque à l'acide libère de très nombreux moules de Foraminifères (*Textularia*, F. rotaliformes) ; ces moules sont d'une grande finesse et les premières loges apparaissent avec netteté. On observe aussi des moules d'Algues perforantes et des masses verdâtres mais les grains de glauconie sont au contraire peu nombreux.

Station 244. — Au Sud de Portland, à 50 m. de profondeur. La drague ramène des roches glauconieuses nombreuses et variées. On distingue surtout les faciès suivants : calcaires glauconieux se présentant en plaquettes perforées, couvertes de tubes de Serpules et montrant des grains ou des mouches plus ou moins importantes de glauconie. Grès calcaires gris ou verdâtre plus ou moins glauconieux : j'en ai observé une vingtaine de fragments parfois anguleux, tous perforés et couverts de Bryozoaires, de tubes de Serpules : après décalcification un échantillon m'a montré un résidu composé de petits grains de quartz bien calibrés et de grains de glauconie de même taille ; la glauconie doit donc être d'origine détritique et avoir subi un triage par les courants ; les grains n'ont pas la forme irrégulière habituelle, ils ont dû se déformer au contact des grains de quartz. Craie glauconieuse poreuse et légère montrant des parties siliceuses : les nombreux petits vides correspondent sans doute à la silice disparue. Après décalcification, on observe de très nombreux moules glauconieux de spicules d'Éponges. Ces derniers échantillons ressemblent beaucoup à certains faciès des « Cherts beds » (Upper Greensand, Cénomanien) de l'île de Wight.

Il est possible que cette station soit située au voisinage d'un affleurement d'Upper Greensand ; nous avons vu que la station voisine 245 correspondait à un affleurement de Lower Greensand.

Station 245. — Au Sud de Kimeridge, à 48 m. de profondeur. La drague ramène de nombreuses plaquettes dont plusieurs sont grandes comme la main, couvertes de tubes de Serpules et perforées par des Mollusques et des Cliones. Un échantillon pèse plus de 500 grammes. On observe deux faciès : grès glauconieux calcarifère à grain assez grossier (fig. 21), calcaire glauconieux. Les fragments appartenant à ce dernier type montrent après décalcification de beaux grains de glauconie simples ou composés, de petites masses vertes irrégulières et de nombreux bâtonnets verts représentant le moulage de spicules d'Éponges.

Fig. 21. — Grès calcaires glauconieux, perforés par des Mollusques. Hauteur de l'échantillon de droite : 9 ⁄ₘ ½. St. 245, au Sud de Kimeridge, à 48 m. de profondeur (Cliché L. D.).

Station 246. — Dans la région centrale de la Manche, à 60 m. de profondeur. Accident siliceux de la taille du poing présentant des parties noires et des parties blanchâtres riches en opale ; il contient une grande quantité de grains de glauconie.

Station 251. — Au Sud-Est de Wight, à 55 m. de profondeur. Petits galets de grès calcaire glauconieux fournissant après décalcification des grains vert foncé à surface luisante simples ou composés, des moules de Bryozoaires, de Foraminifères, d'Algues perforantes.

Station 255. — Au large du cap d'Antifer, à 27 m. de profondeur. Plusieurs blocs de calcaire marneux et glauconieux de couleur grise, perforés par des Mollusques, couverts de Balanes et de tubes de Serpules. Un échantillon de calcaire glauconieux à grain fin, rongé par des Cliones.

Station 259. — Au Nord de la pointe de Barfleur, à 43 m. de profondeur. Je recueille de nombreux petits galets de calcaire blanc parsemés de grains verts, perforés par des Annélides. La distribution de la glauconie dans la roche est très irrégulière : dans certaines parties, le calcaire semble en être entièrement dépourvu, ailleurs les grains de glauconie forment des traînées ou des amas importants. J'ai traité plusieurs échantillons par l'acide chlorhydrique : un échantillon de calcaire blanc contient peu de glauconie ; on observe seulement de petites masses vertes peu cohérentes ; un autre fragment fournit un résidu peu important consistant en petits grains de quartz et en moules glauconieux de spicules d'Éponges, de Foraminifères (F. rotaliformes, Globigérines, Miliolidés).

Station 399. — A l'Est de Barfleur, à 49 m. de profondeur. Deux fragments de craie grise parsemés de points verts dont la surface est creusée par les animaux perforants. Après traitement à l'acide on observe de nombreux grains de glauconie et des moules de spicules.

Station 416. — Dans la partie axiale de la Manche, à 79 m. de profondeur. Roche blanchâtre glauconieuse faisant légèrement effervescence : l'attaque à l'acide libère de nombreux grains de glauconie et des moules fragmentaires de spicules d'Éponges.

Station 547. — Dans le prolongement oriental de la Fosse centrale, à 65 m. de profondeur. Un échantillon gros comme le poing de calcaire glauconieux à spicules d'Éponges.

Station 2.008. — Au Nord des roches de Porsal, à 99 m. de profondeur. Fragments perforés de craie glauconieuse et cherteuse. On observe de beaux grains de glauconie dont quelques-uns ont la forme de Foraminifères et de moules de spicules.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Carte IX (p. 97)

Les deux affleurements de roches glauconieuses que nous avons trouvés sont situés dans la Manche occidentale, à plus de 80 m. de profondeur, l'un sur le méridien de Plymouth, l'autre sur le méridien de Brest. A mon avis, *ils indiquent nettement qu'au Crétacé moyen un bras de mer existait sur l'emplacement de la Manche occidentale.* La présence d'autres roches glauconieuses au voisinage de la Fosse centrale (st. 44, 214), au Nord de Tréguier (st. 226) et au Nord de l'île Vierge (st. 2.008) permet de penser qu'il reste beaucoup d'affleurements du Crétacé moyen à découvrir dans la Manche occidentale.

Les autres stations sont moins intéressantes à considérer, car elles sont situées dans des régions où il n'est pas surprenant de trouver des roches glauconieuses : au large de la côte du Dorset, dans la Manche centrale, au large des falaises du Calvados.

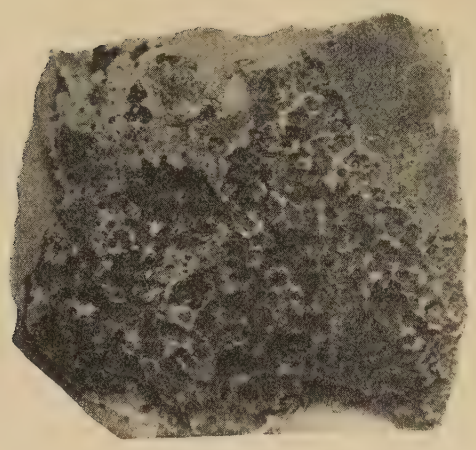


Fig. 22. — Bloc de craie blanche rongé par des Cliones. Diamètre : 9 ‰. St. 250, au Sud-Est de Wight, à 30 m. de profondeur (Cliché L. D.)

C. — CRAIES BLANCHES OU JAUNES

Les échantillons étudiés ici sont des craies et des calcaires crayeux blanchâtres ou jaunâtres, à grain fin, qui ne présentent pas de glauconie visible à l'œil nu. Ces roches se trouvent généralement à l'état de plaquettes creusées en tous sens par les animaux perforants : elles n'ont pas fourni de fossiles qui permettent de les classer à un niveau précis du Crétacé. Cependant elles appartiennent sans doute en majeure partie au Turonien ou au Sénonien ; en effet, pour les régions qui bordent la Manche, le faciès de la craie blanche, dépourvue de glauconie visible à l'œil nu, se montre généralement à partir du Turonien, la majeure partie de cet étage étant d'ailleurs souvent représentée par des craies marneuses et des craies grises.

Dans l'île de Wight, les géologues anglais (220) distinguent au-dessus de la craie cénomanienne : 1° le « Middle Chalk » (Turonien pars), dépourvu de silex, épais de 148 à 194 pieds environ, composé de craie marneuse et noduleuse à la base, de craie blanche au sommet ; 2° l'« Upper Chalk » épais de plus de 1.000 pieds, comprenant à la base quelques bancs de craie noduleuse (partie supérieure du Turonien) et, au-dessus, de la craie blanche homogène ; les silex en nodules ou en bancs se rencontrent dans toute cette formation.

De même que les roches glauconieuses précédemment étudiées (p. 99), les formations crayeuses du Turonien et du Sénonien s'étendent très loin vers l'Ouest, sur la rive anglaise de la Manche, et affleurent dans les mêmes localités. Elles traversent l'« île de Purbeck » depuis Swanage jusqu'à Worbarrow Bay (156). Elles s'observent plus loin, entre Lyme Regis et Sidmouth, où elles ont environ une épaisseur de 200 pieds (Pinhay). Dans le Devon, à Haldon (182), elles ne sont plus représentées par des bancs en place, mais par des silex très nombreux contenus dans des graviers tertiaires qui surmontent l'« Upper Greensand » ; ces silex contiennent des fossiles qui appartiennent aux différentes zones de l'« Upper Chalk » jusques et y compris la zone à *Marsupites*.

De l'autre côté de la Manche, le Turonien et le Sénonien s'observent dans les falaises du « Pays de Caux » où ils ont une épaisseur très variable ; la « craie marneuse » a environ 40 m. à

Fécamp, la « craie blanche à silex » est « épaisse de plus d'une centaine de mètres dans la partie occidentale du Pays de Caux (carte géologique, feuille 19, Yvetot) ; d'autre part, l'argile à silex considérée généralement comme le résidu de la dissolution sur place de la craie, recouvre tout le Pays de Caux. Sur les bords de l'estuaire de la Seine, les couches turoniennes et sénoniennes se réduisent considérablement lorsqu'on va vers l'Ouest et disparaîssent bientôt. A Tancarville, au Nord de l'estuaire, la craie marneuse n'a plus que 8 à 10 m. d'épaisseur (carte géologique, feuille 30, Lisieux) ; à Honfleur, on n'observe plus de craie marneuse et de craie blanche.

Le Sénonien se retrouve dans le Cotentin : on y connaît en effet 10 m. de calcaire à *Baculites*, reposant, suivant les localités, sur le grès vert, sur le Lias, sur le Trias, etc. ; ce calcaire, qui contient *Parapachydiscus neubergicus*, *Baculites anceps*, *Belemnitella mucronata*, est rangé dans le Maëstrichtien. Grâce à ce gisement, nous savons qu'au Crétacé supérieur la mer s'est étendue sur le Cotentin. Il faut aussi signaler qu'à Flamanville M. Bigot (carte géologique, feuille 16, Les Pieux) a trouvé un lambeau d'argile à silex attribué au Sénonien ; les silex ont fourni des baguettes et des fragments de test de gros *Cidaris*.

La mer, au Turonien et au Sénonien, s'est-elle avancée sur l'emplacement de la Manche occidentale ? La « trouée de la Manche » existait-elle à cette époque ?

Il est intéressant de noter combien l'opinion des auteurs a varié sur ce point et d'exposer quelques-uns des arguments qui ont été émis pour ou contre cette hypothèse.

En 1876, M. Barrois a exprimé l'idée que les bassins crétacés anglais étaient des golfes dépendant de la Mer du Nord (6, p. 224).

En 1880, Hébert en examinant le problème que pose le calcaire à Baculites du Cotentin envisage les deux hypothèses suivantes : ou bien la Mer du Nord s'est avancée jusqu'à Valognes en envahissant une petite dépression limitée au Nord, à l'Ouest et au Sud ; ou bien une rupture s'est produite « à travers l'isthme de roches anciennes pour permettre à l'Atlantique d'atteindre le golfe de Carentan en contournant le Cotentin » ; il ajoute, en faveur de cette seconde supposition : « Le calcaire à Baculites n'a aucun représentant exact dans le Nord de l'Europe ; il semble se rapprocher plutôt de la craie de l'Amérique du Nord et être, par conséquent, un produit de l'Atlantique. » (110). Disons tout de suite que Haug, dans son traité de géologie (109), considère au contraire que la faune du calcaire à Baculites offre des analogies frappantes avec celles du Maëstrichtien des régions baltiques, de la Belgique et de Meudon.

En 1892, Munier Chalmas, dans une note sur le rôle, la distribution et la direction des courants marins en France pendant le Crétacé supérieur (157), admet l'existence du détroit de la Manche amenant des relations entre le bassin de Paris et l'Océan Atlantique.

En 1897, M. Cayeux expose quelques objections contre cette hypothèse : il fait remarquer en particulier « la grande réduction de l'épaisseur des couches turoniennes et sénoniennes entre le Havre et Fécamp » (39, p. 561).

En 1903, M. Douvillé explique par la « trouée de la Manche » la pénétration des *Orbitoïdes* et des *Rudistes* dans la craie supérieure de Maëstricht (81, p. 652).

Les dragages de l'« *Oithona* » ont ramené plusieurs fois des fragments de craie dure jaunâtre ou de couleur crème, dans la région qui s'étend au Sud d'Eddystone ; la station la plus typique à ce point de vue est la station 14, située à 20 milles au Nord-Ouest du phare : on y a trouvé un bloc de craie perforé, qui ne mesure d'ailleurs que « 3 inches » de longueur (7 ‰ 6). Nous verrons que cette région nous a fourni des blocs beaucoup plus volumineux qu'on peut considérer comme en place. Les échantillons recueillis par les Anglais rappellent les roches que Jukes-Browne a décrites sous le nom de « Melbourne Rocks » ; si la comparaison est exacte, ils appartiendraient donc à la base du Middle Chalk. D'après les résultats de ces dragages, R.-H. Worth (226, p. 172)

considère que la mer crétacée envoyait un bras dans cette région, mais il admet que l'ouverture de la Manche ne s'est produite qu'à l'Eocène.

Notons ici que l'on a remarqué depuis longtemps la présence de silex crétacés dans les terrasses quaternaires des deux rives de la Manche (il en sera question plus loin en détail) et aussi de silex et de blocs de craie rejetés par la mer sur les plages bretonnes (140). M. Paul Lemoine, en 1912, a insisté sur l'intérêt de ces observations (143). Les dragages du « *Pourquoi-Pas?* » en 1921 ont permis à MM. Lemoine et Abrard (144) de signaler la présence, au large de Flamanville (st. 50), d'un bloc de craie dure contenant de nombreux Foraminifères.

Les dragages des années suivantes m'ont fourni de nombreux échantillons de craie.

1. craie « en place »

Carte IX (p. 97)

Station 236. — Au Sud-Est du cap Lizard, à 79 m. de profondeur. La drague ramène une quinzaine d'échantillons volumineux de craie blanche à grain fin, perforés par des Mollusques lithophages, des Annélides, et couverts de Bryozoaires. Certains blocs sont rongés au point qu'il ne reste plus qu'un squelette de craie friable ; les perforations sont remplies de falun actuel. On recueille aussi de nombreux petits fragments perforés jaunâtres. L'attaque à l'acide laisse un résidu très faible ; on y observe des grains de glauconie assez gros, souvent craquelés, et des moules d'organismes (spicules d'Éponges, Foraminifères).

Station 237. — Au Sud-Est d'Eddystone, à 73 m. de profondeur. Deux coups de drague sont donnés sur un fond graveleux et pierreux ; ils ramènent un petit nombre de cailloux parmi lesquels six fragments de craie perforés par des Annélides. La roche est dure, un peu jaunâtre ; elle dégage une forte odeur argileuse et ne donne qu'une faible effervescence à l'acide. Après décalcification le résidu se montre important ; on y reconnaît des spicules d'Éponges.

Station 250. — Au Sud-Est de Wight, à 30 m. de profondeur. On recueille une trentaine de plaquettes de craie blanche, de forme irrégulière, dépassant 15 ‰ de diamètre. Elles sont perforées (fig. 22) par des Saxicaves, des Cliones et surtout par des Annélides. On trouve aussi la craie sous forme de petits galets perforés et de graviers. Les échantillons sont couverts de Balanes, d'Hydrozoaires, de tubes de Vers. Un gros bloc perforé conservé en collection s'est fragmenté de lui-même en donnant de nombreux éclats par suite du desséchement suivi de retrait. La craie est fine, argileuse et tache légèrement les doigts ; elle a fourni quelques fragments d'*Inocérame*. L'attaque à l'acide laisse un résidu assez important composé surtout de grains de quartz anguleux ; on observe aussi quelques grains de glauconie. Examinée en coupe mince la roche se montre formée d'une multitude de Foraminifères (*Lagena*, *Fissurina*, Globigérines).

Station 251. — Au Sud-Est de Wight, à 55 m. de profondeur. Fragments de craie blanche perforés par des Saxicaves et des Cliones : le plus volumineux pèse 40 grammes. Certains échantillons ne montrent plus qu'un squelette crayeux (roches pourries).

Station 393. — Idem, à 35 m. de profondeur. La drague travaille très durement et ramène de nombreuses plaques de craie perforées par des Saxicaves, des Vers et des Cliones. On observe toutes les transitions entre les gros blocs et les petits graviers de craie perforés ; certains échantillons dépassent 15 ‰ de longueur. Après décalcification le résidu est très faible ; il montre quelques masses vertes irrégulières et de rares moules glauconieux de Globigérines.

Station 394. — Au Sud de Wight, à 40 m. de profondeur. La drague travaille très durement et ramène de nombreux blocs de craie dépassant la taille du poing. Ces échantillons sont

couverts d'une multitude de Balanes et perforés par des Saxicaves, des Pholades (*Pholas parva*), des Annélides, des Cliones (pl. VI, fig. 2-5). Un tube de *Pholas parva* s'enfonce de 6 ‰ dans la roche. On observe toutes les transitions entre les gros blocs et les petits fragments de craie perforés. L'attaque à l'acide laisse un résidu très faible ; on y observe de très rares grains verdâtres et des moules glauconieux de spicules d'Eponges.

Station 416. — Dans la partie axiale de la Manche, à 79 m. de profondeur. La drague travaille très durement et ramène de gros blocs de craie perforés par des Cliones et des Saxicaves (dimensions observées : 15 ‰ × 12, 13 × 12 × 6, 12 × 9). La roche est un peu argileuse, à grain relativement gros ; elle a fourni une valve de Terebratule. Toutes les transitions existent entre les gros blocs et les graviers de craie perforés.

2. — craie peu abondante

Station 44. — Dans la Fosse centrale, à 102 m. de profondeur. Un petit fragment de craie blanche couvert de Bryozoaires (poids : 25 gr.).

Station 50. — A l'Ouest de Flamanville, à 30 m. de profondeur. Un fragment de craie jaunâtre perforé par des Annélides.

Station 252. — Dans la partie axiale de la Manche, à 50 m. de profondeur. Quelques petits échantillons de craie blanche, nombreux graviers de craie perforés.

Station 255. — Au large du cap d'Antifer, à 27 m. de profondeur. Blocs de calcaire crayeux à Globigérines.

Station 259. — Au Nord de la pointe de Barfleur, à 43 m. de profondeur. Un galet bien arrondi de craie blanche tâchant les doigts, non perforé.

Station 392. — Au Sud de la Fosse centrale, à 53 m. de profondeur. Un bloc de craie blanche aux bords arrondis (poids : 80 gr.), couvert de Bryozoaires et perforé par des Annélides.

Station 522. — Au Sud-Est de Lizard, à 80 m. de profondeur. Un fragment de craie blanche perforé par des Vers.

Station 535. — Au Sud-Est de Wight, à 42 m. de profondeur. Six fragments de craie jaunâtre rongés par des Cliones, des Annélides, des Saxicaves.

Station 547. — Dans le prolongement oriental de la Fosse centrale, à 65 m. de profondeur. La drague travaille durement et ramène plusieurs fragments de craie jaunâtre perforés par des Annélides, des Cliones, des *Gastrochæna*. Un échantillon dépasse la taille du poing. Après décalcification on observe quelques moules glauconieux de spicules d'Éponges.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Carte IX (p. 97)

Nous avons trouvé au Sud d'Eddystone, un peu à l'Est des points de dragages anglais, deux affleurements de craie, situés à plus de 70 mètres de profondeur ; or il existe plus au Sud, comme nous l'avons déjà vu (p. 103), des affleurements de roches glauconieuses : on doit en conclure que, pendant une partie au moins du Crétacé moyen et du Crétacé supérieur, la mer s'est maintenue sur l'emplacement de la Manche occidentale, qui a joué à cette époque, comme probablement dès le Lias, le rôle de détroit ; la mer qui a déposé le calcaire à Baculites du Cotentin devait commu-

niquer avec l'Océan Atlantique ; nous avons trouvé sur le trajet de cette mer d'autres gisements moins importants de craie : à l'Est du cap Lizard (st. 522), dans la Fosse centrale (st. 392), au large de Flamanville (st. 50), au Nord de Barfleur (st. 259) ; ces gisements ne sont pas en place, mais il est possible que certains d'entre eux soient au voisinage d'un affleurement.

Il doit exister au Sud de l'île de Wight une vaste étendue d'affleurements crayeux : 4 dragages ont en effet ramené de nombreuses plaquettes de craie ; l'un d'eux (st. 250) est situé à environ 8 milles de la côte, un autre (st. 251) à plus de 15 milles. Lorsqu'on longe la côte Sud-Ouest de l'île de Wight, on observe aisément les couches qui forment le flanc Sud de l'« anticlinal de Sandown » : elles comprennent le « Lower Greensand » surmonté par l'« Upper Greensand » et la craie blanche : elles plongent très faiblement vers le Sud, de sorte que les rochers littoraux qui découvrent à marée basse, en avant de la falaise, sont encore formés par l'« Upper Greensand » ; les couches plus élevées doivent affleurer successivement au fond de la mer au fur et à mesure qu'on s'avance vers le Sud, si rien ne vient déranger leur allure. Nos observations semblent montrer que les bancs de craie blanche se prolongent régulièrement sur une grande distance, au Sud de l'île.

Enfin, nous avons trouvé de la craie blanche en place en pleine Manche centrale, à 79 m. de profondeur (st. 416).

Naturellement un grand nombre de gisements crétacés doivent avoir disparu par érosion ; nous verrons qu'ils ont laissé des traces au fond de la mer, sous la forme d'amas de silex.

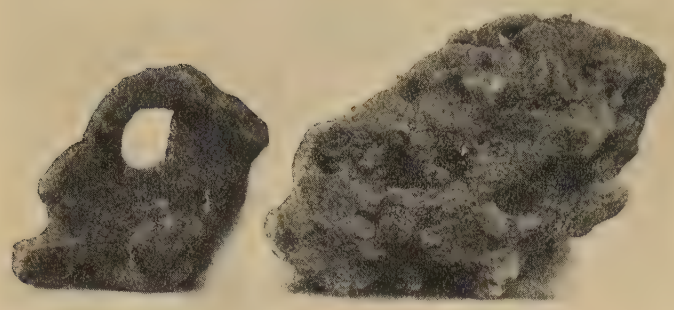


Fig. 23. — Silex volumineux creusés de cavités irrégulières. Hauteur de l'échantillon de droite : 11 $^{c}/_{m}$. St. 245, au Sud de Kimeridge, à 48 m. de profondeur (Cliché L. D.)

D. — ACCIDENTS SILICEUX NON GLAUCONIEUX, SILEX

J'ai décrit dans un chapitre précédent quelques accidents siliceux qui se trouvent associés à des roches glauconieuses et qui contiennent eux-mêmes des grains de glauconie visibles à l'œil nu. Je vais passer en revue maintenant les autres accidents siliceux que nous avons recueillis dont la majeure partie sont de vrais silex. M. Cayeux, dans son cours du Collège de France, réserve le nom de silex aux concrétions siliceuses (rognons, tables, veines) à structure cryptocristalline, qui se détachent facilement de la gangue de craie blanche qui les contient. J'emploie ici, pour abréger les descriptions, le terme de silex dans un sens plus large, en admettant que quelques-uns des échantillons peuvent représenter des silex aberrants formés dans des bancs de calcaires et non dans des bancs de craie blanche.

Sur les deux rives de la Manche, les silex typiques ne se montrent guère qu'à partir du Turonien et ils abondent dans le Sénonien. Ainsi à l'île de Wight, on observe de vrais silex dans les bancs supérieurs du « Middle Chalk » (Turonien *pars*) ; dans la zone suivante, la zone à *Holaster planus* (base de l' « Upper Chalk », partie supérieure du Turonien), les silex sont blancs et montrent parfois un nuage gris au centre, mais dans les bancs supérieurs ils présentent leur aspect normal, ils sont noirs ou foncés, entourés d'une écorce blanchâtre (220) ; dans les zones suivantes de l' « Upper Chalk » (Sénonien), les silex se trouvent en nodules ou en veines et ils sont très typiques.

On peut faire, sur la côte française, des observations analogues : les accidents siliceux qui se rencontrent dans le Cénomanien, par exemple dans les falaises de la Hève ou celles de Villers, sur la côte du Calvados, ne représentent pas, en général, de vrais silex. Au contraire, les silex sont typiques dans les couches plus élevées du Pays de Caux.

J'admets donc que la plupart des silex étudiés ici appartiennent au Turonien ou au Sénonien.

Nous avons vu précédemment quelle était la répartition des terrains correspondant à ces deux étages sur les côtes de la Manche (p. 104). En dehors des gisements de craie, les silex peuvent se rencontrer dans l'*argile à silex* qui provient de la dissolution de la craie ou, à l'état remanié, dans certains dépôts, en particulier dans les terrasses quaternaires. Il est donc intéressant d'étudier

l'extension des silex, vers l'Ouest, au delà des affleurements de craie, car, dans une certaine mesure, cette étude peut suggérer des hypothèses sur l'extension des mers crétacées.

En Angleterre, on a signalé l'existence de nombreux silex dans des graviers éocènes et dans le Quaternaire du Devon et du Cornwall. Les silex se trouvent aussi en abondance dans les cordons littoraux actuels : beaucoup proviennent sans doute du remaniement des gisements précédents ; mais certains peuvent avoir été transportés comme lest. Ussher (209) cite la présence de silex dans les terrasses quaternaires situées au Nord de Start Point. D'après Ussher et Barrow (212) les dépôts formés dans les fissures du calcaire de Cattedown, près de Plymouth, contiennent en majeure partie des silex souvent bien roulés. D'après Clement Reid (180), le cordon littoral actuel, près de Mevagissey, contient une quantité exceptionnelle de silex qui doivent provenir des terrasses quaternaires. Les travaux du même auteur ont permis de retrouver dans le Dorset, le Devon et même le Cornwall (176, 177, 178), le prolongement des couches éocènes du Hampshire, qui contiennent souvent à leur base des silex et des cherts. Si l'on observe par exemple dans le Dorset les « Bagshot Beds », on voit s'intercaler, au milieu des « argiles à pipe », des masses lenticulaires de graviers qui contiennent des cherts et des silex non roulés. Vers l'Ouest, les graviers augmentent de taille, leurs formes sont plus anguleuses et on les voit se mélanger à des roches primaires de plus en plus volumineuses ; Clement Reid pense qu'à l'Eocène il existait dans cette contrée des fleuves provenant de la région de Dartmoor et coulant vers l'Est ; d'après ces observations il aurait existé dans cette région d'anciens affleurements crétacés et une période de dénudation intense précédant l'Eocène aurait fait disparaître des masses importantes de craie. Dans le Devon, à Haldon, localité que j'ai déjà citée à propos des roches glauconieuses les graviers attribués par Clement Reid à l'Eocène, contiennent de gros blocs de silex ayant fourni des fossiles de l' « Upper Chalk » : ces silex se montrent « weathered to a considerable depth » (178). A Marazion, près de Penzance (Cornwall), se trouvent de nombreux silex subanguleux associés, dans un limon sableux, à des cherts et à des roches primaires ; on observe la même association le long de la grève qui s'étend de Penzance au Mont-Saint-Michel anglais où les galets ont fourni à Clement Reid (178) 86 % de silex (Gunwalloë) ; au sujet des silex de Marazion Reid écrit : « they are weathered and annealed in the same curious way that is seen in the flints of the Eocene gravels of Devon and Dorset » ; d'après l'auteur, il existerait au large de la côte du Cornwall, un gisement éocène contenant des silex.

Barrow (13) a signalé la présence de dépôts éocènes analogues, aux îles Sorlingues; ce sont les graviers, contenant une grande quantité de silex et de cherts qui couronnent le sommet de l'île Saint-Martin ; les formations quaternaires si remarquables de cette île contiennent également de nombreux silex, dont beaucoup sont striés.

On peut multiplier les observations analogues en Normandie et en Bretagne. M. Bigot (22) a signalé à plusieurs reprises l'existence de silex dans les dépôts littoraux et dans les formations quaternaires de la Basse Normandie. La terrasse marine quaternaire de Saint-Aubin, dont la base est située de 2 m. 50 à 3 m. au-dessus du niveau de la mer, contient une grande quantité de silex : à la partie inférieure, les silex sont en galets atteignant la taille du poing ; au-dessus ils sont à l'état de graviers très nombreux. Il est intéressant de noter que les silex abondent à la base de la formation tertiaire phosphatée de Brevands, près de Carentan : les échantillons sont volumineux, de forme irrégulière, et possèdent une curieuse patine brune et verte. Dans la région de Barfleur, on observe de nombreux silex parmi les galets quaternaires qui tantôt sont à quelques mètres au-dessus du niveau de la mer, tantôt s'élèvent jusqu'à 18 m. environ comme à Gatteville ; les échantillons sont parfois volumineux (dimension observée : 0 m. 30) et comprennent des galets couverts de « marques de choc » et des silex cassés. Les terrasses quaternaires de

la Hague contiennent des silex nombreux et variés : ainsi, près du sémaphore de Jerd'heux, on trouve des silex entiers, des galets montrant des marques de choc, des silex cassés dont les fragments sont peu éloignés, des éclats de silex ; dans le cordon littoral surélevé de l'anse Saint-Martin, on observe des silex blanchâtres, des silex à patine ferrugineuse, etc... Parmi les galets actuels de la baie d'Ecalgrain se trouvent beaucoup de silex.

Les silex s'observent également à l'intérieur des terres. M. Bigot (carte géologique, feuille 16, Les Pieux), a signalé l'existence d'un lambeau d'argile à silex près de Flamanville; enfin les silex sont fréquents dans les alluvions fluviatiles anciennes du Cotentin (216).

Depuis longtemps, Noury (162) a signalé la présence de silex à Jersey : « Sur toute la côte, sans excepter, comme le fait Ansted, la baie de Saint-Ouen, mais surtout en face de la Normandie, on trouve des silex pyromaques. Ils proviennent sans doute de quelque banc crétacé toujours couvert par la mer ». De plus, des silex ont été observés dans les cordons de galets anciens surélevés de cette île (Trevelyan, 1837, *in* Noury, 162). Pour ma part, j'ai recueilli de nombreux petits galets de silex sur la plage Sainte-Catherine.

En ce qui concerne la Bretagne, malgré l'éloignement des affleurements crétacés du bassin de Paris, les observations ne sont pas moins nombreuses : les silex sont fréquents dans les cordons littoraux anciens et actuels ; naturellement pour ces derniers, il faut tenir compte du délestage. Lebesconte a signalé, il y a longtemps, l'abondance des silex sur certaines plages bretonnes (140). On trouve souvent des silex sur les plages des environs de Saint-Malo ; d'autre part, les dépôts quaternaires du Mont-Dol contiennent à la base des graviers de silex plus ou moins roulés ou éclatés ; au-dessus, dans les brèches à ossements, se trouvent de nombreux silex éclatés (192). On peut citer de nombreuses localités des Côtes-du-Nord où les silex s'observent parmi les galets actuels : Saint-Cast, Port-Blanc, Le Légué, Binic, Etables, Saint-Quay ; une partie de ces silex doit provenir d'ailleurs du délestage, car ils se montrent particulièrement nombreux au voisinage des ports (havre de Pordic, port de Binic) ; mais on les trouve aussi dans les formations quaternaires ; nous en avons observés, M. Milon et moi, dans le Quaternaire des falaises d'Hillion, à l'Est de Saint-Brieuc. J'ai recueilli, près d'Etables, un petit silex blanchâtre à la base des blocaux quaternaires qui surmontent le cordon de galets surélevé. Au cours d'une excursion commune à Portrieux, M. Milon a trouvé un éclat de silex entre l'arène qui surmonte le gabbro et le limon jaunâtre qui couronne la falaise. Dans la région de Roscoff, Pruvost (172) a signalé la présence de silex sur les grèves en faisant remarquer qu'ils étaient surtout abondants après les fortes tempêtes, comme si leur gisement se trouvait au large ; M. P.-H. Fischer (96) a trouvé des éclats de silex dans un amas préhistorique de coquilles près de Roscoff ; dans ce gisement, ils peuvent avoir été apportés de loin par l'homme. J'ai trouvé plusieurs silex dans la terrasse monastirienne de Lanildut, au Nord de Brest. Le cordon littoral de la baie de Lampaul, à Ouessant, m'a fourni plusieurs échantillons de silex.

De nouvelles recherches permettront certainement de multiplier ces trouvailles sur la côte septentrionale de Bretagne.

Sur la côte méridionale, on observe des faits analogues, M. Barrois (8) a signalé la présence de nombreux silex dans la terrasse quaternaire plus ou moins continue de la baie d'Audierne ; à la pointe du Souch, ces silex ont fourni des fossiles caractéristiques de la craie sénonienne. M. Milon et moi avons pu récolter de nombreux échantillons de silex provenant de cette terrasse ; ils sont très abondants, par exemple, entre Landrevette et la pointe de Lervily (carte géologique, feuille 72, Quimper) et se montrent pour la plupart couverts de marques de choc ; quelques-uns ont conservé cependant la forme irrégulière qu'ils avaient dans leur gisement primitif ; ils sont presque tous profondément altérés; quelques échantillons, trouvés à Landrevette, présentent

sur une face de cassure, une couleur crème ; les fossiles observés par nous dans ces silex sont des Bryozoaires et des fragments de test d'Oursins. Les silex éclatés et les éclats abondent, en certains points, à la partie supérieure de la terrasse. Les graviers de la terrasse contiennent comme les galets une grande abondance de silex.

En ce qui concerne les terrasses de la côte méridionale, M. Barrois (8) a admis que les roches étrangères à la région, comme les porphyres et les silex, y avaient été apportées par des glaces flottantes fluviales et marines entraînées par les courants ; d'après lui, les silex n'ont pu venir de Picardie, puisque les courants de la Manche portent à l'Est et ce sont les glaces de la Loire qui auraient joué le rôle prépondérant dans ce transport ; j'aurai l'occasion de dire plus loin qu'à mon avis il existe un gisement sous-marin de silex au large de la baie d'Audierne.

Lebesconte (140) a signalé des silex sur les plages de Penmarc'h, de Pont-l'Abbé, de Port-Louis ; à la pointe de Benodet, j'ai trouvé des silex, à un mètre environ au-dessus des hautes mers, dans la terrasse quaternaire qui surmonte la granulite (3 à 4 échantillons par mètre); M. Kerforne m'a donné des silex recueillis au voisinage de Concarneau (plages de Beg Meil et de Santec) ; j'ai observé, en compagnie de M. Milon, de nombreux petits silex de type assez particulier, sur les grèves de Quiberon à Etel.

Les dragages de l'«*Oithona*» ont montré qu'il existait de nombreux silex au fond de la mer dans la région située au Sud d'Eddystone : d'après R.-H. Worth (226), il est difficile de trouver dans cette région un fond pierreux qui soit dépourvu de silex. Ces derniers représentent souvent les 2/3 des échantillons de dragage ; ils montrent des caractères particuliers : « Many of the flints are very unlike, in external appearance, any usually seen on land » (226, p. 152). Worth attribue la présence d'une zone externe blanchâtre épaisse à une décomposition profonde. Ces silex font plus ou moins effervescence à l'acide chlorhydrique.

La croisière du « *Pourquoi-Pas ?* » qui eut lieu en 1921 a permis à M. Hamel de recueillir de nombreux silex dans la Fosse centrale et au Nord de la côte septentrionale de Bretagne ; MM. Lemoine et Abrard (144) constatant que ces silex « ne sont pas roulés » ont pu affirmer l'existence de nombreux gisements sous-marins appartenant au Crétacé supérieur. Grâce aux croisières suivantes, j'ai pu accumuler les observations et étendre ces résultats à toute la Manche (carte X, p. 129).

Parmi les silex recueillis un certain nombre seront étudiés dans le chapitre relatif au Quaternaire (p. 169) : ce sont des *galets de silex* couverts de marques de choc et des *silex éclatés* dont la surface est patinée. Les autres silex ont la forme de nodules irréguliers ; ils présentent pour la plupart une région externe blanchâtre, poreuse, épaisse, que j'appelle l'*auréole*, pour ne pas préjuger son origine et une partie centrale grise ou noire, généralement translucide. L'auréole des silex sous-marins paraît bien différente de la zone externe blanchâtre qui recouvre les silex habituels ; je reviendrai plus loin sur cette question (p. 128). Cette zone externe différenciée est appelée « patine » par beaucoup d'auteurs ; je l'appelle ici « écorce », en réservant le nom de « patines » (p. 179) à certaines modifications tardives de la surface des silex, par exemple l'acquisition d'une teinte ferrugineuse.

Les silex sous-marins, lorsqu'ils sont abondants, peuvent être considérés comme les témoins d'anciens gisements de craie.

1. — SILEX AURÉOLÉS ABONDANTS

CARTE X (p. 129)

Les silex ont été dragués avec une telle abondance qu'il m'a été impossible de conserver et d'étudier tous les échantillons recueillis. Je ne décris donc ici que les plus typiques. Les stations citées dans ce premier groupe ont fourni plus de 60 % de silex et souvent de 80 à 95 % ce qui représente fréquemment plus d'une centaine d'échantillons.

STATION 43. — Dans la Fosse centrale, à 203 m. de profondeur. Silex très nombreux ; échantillons présentant une large auréole blanche poreuse faisant parfois effervescence: un silex contenant des Bryozoaires; un silex creux.

STATION 44. — Dans la Fosse centrale, à 102 m. de profondeur. Silex très nombreux ; les échantillons montrent souvent à leur surface de nombreuses verrues formées de parties siliceuses dures ; un silex montre une auréole blanche épaisse (1 ‰ en moyenne) et une région centrale gris foncé bourrée de spicules d'Éponges ; un silex creux farci de bios ; l'auréole de certains échantillons fait effervescence.

STATION 46. — Dans la Fosse centrale, à 150 m. de profondeur. Silex très nombreux. Un échantillon brunâtre parsemé de mouches blanches dont l'auréole est un peu jaunâtre.

STATION 213. — Au Sud-Ouest de Portland, à 60 m. de profondeur. La drague ramène presque exclusivement des silex de taille variée. Les autres roches sont à l'état de petits galets. Dix échantillons dépassent 4 ‰ de longueur, une trentaine ont de 3 à 4 ‰ de longueur ; un silex pèse 125 gr. ; un fragment pesant 15 gr. est couvert de Bryozoaires arborescents (Flustres), ce qui prouve bien qu'il n'est pas remué par les courants ; un autre petit silex est complètement encroûté par des colonies de Bryozoaires. Plusieurs montrent à leur surface des pustules siliceuses dures, et au centre des régions translucides irrégulières bourrées de spicules d'Éponges. Certains sont dépourvus de parties translucides et la cassure présente une surface blanche poreuse ne faisant pas effervescence : tout se passe comme si l'échantillon entier était formé de la même substance que l'auréole ou comme si le silex était altéré jusqu'au centre.

STATION 226. — A l'Ouest de Guernesey, à 70 m. de profondeur. La drague ramène de très nombreux silex dont l'un pèse plus de 1 kg. Les échantillons ont, en général, une surface très irrégulière couverte de verrues ou de plaques en saillie représentant des parties dures (silice plus ou moins translucide et calcédonieuse). Le gros silex ne montre d'auréole que sur une partie de son pourtour; ailleurs il possède une mince écorce de couleur ferrugineuse ; il présente aussi plusieurs cavités.

STATION 227. — Dans la Fosse centrale, à 80 m. de profondeur. Nombreux silex volumineux souvent couverts de Balanes (poids observé : 1 kg.). Un échantillon montre une auréole blanche, épaisse parfois de 2 ‰, une zone moyenne riche en opale et une partie centrale foncée, presque noire, montrant des taches grises, des Bryozoaires nombreux, des spicules d'Éponges très abondants.

STATION 231. — Au Nord de la Fosse centrale, à 80 m. de profondeur. La drague contient 80 % de silex dont plusieurs sont volumineux (poids : 410 gr., 235) ; un échantillon présente une auréole blanche et une région centrale noire, translucide, montrant des nuages de coloration différente et de nombreux spicules d'Eponges ; un échantillon possède une auréole faisant effervescence ; on observe aussi des rognons blanchâtres d'aspect grenu, ne faisant pas effervescence, contenant des Bryozoaires.

Station 234. — Au voisinage de Barnouic, à 67 m. de profondeur. Silex abondants, moins nombreux cependant que les grès d'Erquy (poids maximum observé : 360 gr.). Les échantillons montrent souvent à leur surface de nombreuses pustules ; la région centrale est, en général, noire ou grise translucide (pl. IV, fig. 2-5, p. 127) ; l'auréole peut atteindre 1 ‰ ½ d'épaisseur. Un échantillon se montre creusé de cavités irrégulières tapissées de bios ; les animaux semblent avoir rongé toutes les parties calcaires.

Station 235. — Au Sud d'Eddystone, à 78 m. de profondeur. Silex nombreux ; un échantillon couvert de pustules et de plaques irrégulières en saillie ; un silex montrant au centre un point noir translucide, tout le reste représentant l'auréole blanche poreuse. On observe aussi des fragments de craie grenue bourrée de spicules d'Eponges ; roche poreuse très légère pouvant représenter la roche mère de certains silex.

Station 252. — Dans la partie axiale de la Manche, à 50 m. de profondeur. La drague ramène presque exclusivement des silex (dimensions observées : 9 ‰ × 7 × 4, 7 × 6 × 4). Les échantillons ont une forme extrêmement irrégulière et sont souvent creusés de cavités ; la région centrale noire ou grise, translucide, montre de nombreux Bryozoaires.

Station 254. — Au large du cap d'Antifer, à 35 m. de profondeur. La drague ramène presque exclusivement des silex dont beaucoup atteignent la taille du poing (poids moyen : 100 à 200 gr.). Leur forme est souvent extrêmement irrégulière ; ils contiennent des Bryozoaires ; l'auréole blanche poreuse a, en moyenne, 1 ‰ d'épaisseur. Un échantillon présente des parties calcaires adhérentes, rongées par des Cliones, qui paraissent représenter des témoins de la roche mère ; les animaux perforants auraient donc détruit une grande partie de la roche mère. Un échantillon montre une région translucide, large seulement de 3 m/m, tandis que l'auréole poreuse a 10 m/m d'épaisseur.

Station 385. — Au large de la côte septentrionale de Bretagne, à 108 m. de profondeur. On recueille environ 45 pierres dépassant 4 ‰ de longueur parmi lesquelles 30 silex. Un échantillon atteint la grosseur de la tête. Ces silex ont une forme extrêmement irrégulière ; quelques-uns se brisent à la main avec une grande facilité suivant des plans de cassure préexistants ; tout se passe comme si l'absorption d'eau de mer les avait rendus fragiles. Un échantillon présente des parties calcaires blanches adhérentes rongées par des Cliones.

Station 392. — Au Sud de la Fosse centrale, à 53 m. de profondeur. Sept silex dont deux plus gros que le poing (poids maximum observé : 1 kg. 600) ; l'un d'eux est creusé de cavités en tous sens : il montre une région centrale translucide noirâtre et une auréole blanche dont la partie interne est opalescente ; les cavités semblent représenter l'emplacement de parties calcaires détruites par les animaux.

Station 397. — Dans la région centrale de la Manche, à 60 m. de profondeur. La drague ramène 90 % de silex de forme très irrégulière, souvent creusés de cavités capricieuses ; quelques-uns affectent la forme de couronnes, d'autres ont leur surface couverte de pustules et de plaques en saillie. Un échantillon montre une région centrale blonde, translucide, bourrée de pustules et spicules d'Éponges et une auréole blanche poreuse épaisse (1 ‰) dans laquelle beaucoup de vides correspondent à l'emplacement de spicules dissous. Un silex montre en coupe deux toutes petites régions translucides.

Station 413. — Près de la Queue de la Bassure, à 37 m. de profondeur. Silex nombreux dont plusieurs atteignent la taille du poing. Ils ont une forme extrêmement irrégulière, une auréole blanche, un centre gris foncé bourré de spicules d'Éponges. Un échantillon ne montrant pas de région translucide est entièrement constitué par une matière blanche, légère, ne faisant pas effervescence.

Station 518. — Dans la partie axiale de la Manche, à 70 m. de profondeur. La drague ramène presque exclusivement des silex (une trentaine environ) de petite taille, de forme très irrégulière ; ils ont une auréole blanche épaisse ne faisant pas effervescence et un centre noir translucide ; leur surface montre de nombreuses pustules et de petites cavités farcies d'animaux.

Station 524. — Au Sud-Est de Penzance, à 80 m. de profondeur. Une demi-douzaine de silex gros comme le poing ; leur surface montre des plaques siliceuses dures en saillie ; les parties creuses correspondant à l'auréole sont couvertes de bios.

Station 525. — Au Sud de Lizard, à 90 m. de profondeur. La drague ramène 12 pierres parmi lesquelles 9 silex ; plusieurs dépassent la taille du poing. Les échantillons se brisent facilement en petits éclats tranchants (dimensions du plus gros silex : 30 %, poids : 5 kg.). Un silex montre une partie calcaire adhérente à la région translucide ; un autre présente une partie calcaire perforée par des tubes de *Gastrochaena*, et une région interne grise, opaque. Le gros silex a une surface hérissée de protubérances, creusée de cavités irrégulières (pl. III, fig. 4, p. 121) ; il est traversé par des cassures ; sa région interne est grise, opalescente, opaque et ne montre que quelques portions légèrement translucides. Ces silex sont un peu différents de ceux décrit précédemment : ils ne montrent pas l'auréole blanche habituelle.

Station 526. — A l'entrée occidentale de la Manche, à 97 m. de profondeur. Une douzaine de silex présentant en général une auréole blanche poreuse épaisse (1 %) et une région centrale noirâtre translucide.

Station 529. — Au Nord de l'île Vierge, à 95 m. de profondeur. Cinq silex dont deux très volumineux : le plus gros pèse 3 kg. 200 ; il montre une surface couverte de pustules et de plaques en saillie (pl. III, fig. 1) ; il possède une auréole épaisse de plus de 1 % et une région centrale noire translucide : cette dernière région devient grise et opaque au voisinage de la surface du côté où l'auréole manque.

Station 530. — A l'entrée occidentale de la Manche, à 96 m. de profondeur. Silex nombreux présentant une surface irrégulière, couverte de verrues, une auréole épaisse (1 à 2 %) et une région centrale noire translucide. On observe des taches légèrement translucides dans l'auréole.

Station 542. — Au large de Fécamp, à 36 m. de profondeur. Silex très abondants et volumineux ; la plupart dépassent la taille du poing ; ils sont souvent couverts de tubes de Serpules et de Bryozoaires ; leur forme est très irrégulière et montre des arêtes tranchantes. Un échantillon pesant près de 2 kg. présente une auréole blanche épaisse n'entourant qu'une partie de la surface. Un autre échantillon montre une auréole typique épaisse (1 %) et une région centrale bien noire translucide. Certains silex sont creusés de cavités paraissant rongées par les animaux.

Station 547. — Dans le prolongement oriental de la Fosse centrale, à 65 m. de profondeur. Silex très nombreux dont quelques-uns sont creusés de cavités irrégulières. Certains ne possèdent que des portions d'auréole.

Station 2.005. — Au large de la côte de Roscoff, à 91 m. de profondeur. Silex très nombreux de taille variable ; un gros silex montre une surface crevassée, une auréole blanche peu épaisse, un centre gris et noir translucide. Un autre échantillon présente une surface couverte de crêtes siliceuses dures, une auréole épaisse (1 % ½), un centre gris foncé translucide bourré de spicules d'Éponges de toute taille.

Station 2.008. — Au Nord des roches de Porsal, à 99 m. de profondeur. Silex nombreux ; un échantillon présente une auréole blanche et une région centrale noire qui est creusée d'une cavité remplie de boue crayeuse. Un autre échantillon se montre couvert de verrues et de plaques en saillie.

Station 2.010. — Au Nord d'Ouessant, à 108 m. de profondeur. Silex abondants de forme irrégulière dont l'un pèse 1 kg. 050 (pl. III, fig. 3) ; un échantillon montre une auréole opalescente parsemée de petites taches translucides et une région centrale translucide bien noire.

Station 2.011. — A l'entrée de la Manche occidentale, à 110 m. de profondeur. Silex nombreux et volumineux : un échantillon pesant 3 kg. 050 montre une surface très irrégulière couverte de bios : Bryozoaires, Hydrozoaires, Anomies, Polypiers morts, tubes de Vers ; il a une auréole blanche épaisse de ½ m/m parsemée de petites taches translucides, un centre gris translucide, une partie creuse farcie d'animaux qui correspond sans doute à une portion anciennement calcaire.

Station 2.012. — A l'entrée de la Manche occidentale, à 110 m. de profondeur. La drague ramène 90 % de silex gris ou noirs au centre montrant une auréole plus ou moins épaisse. Un silex creux présente une auréole blanche, une région centrale grise : sa cavité est tapissée d'animaux et la paroi est fortement calcaire. Un échantillon montre un ver logé dans une cavité annulaire. Un autre échantillon translucide possède une partie crayeuse.

2. — SILEX AURÉOLÉS PEU ABONDANTS

Les stations suivantes ont fourni moins de 60 % de silex ; ils présentent des caractères analogues à ceux des silex étudiés précédemment ; comme eux, ils ne sont pas roulés ; mais ils sont moins nombreux, et je considère qu'ils ont sans doute subi un certain transport à partir de leur gisement primitif. Certains se trouvent à l'état d'échantillons très peu nombreux (moins de 10 %).

Station 214. — Au Nord de la Fosse centrale, à 63 m. de profondeur. La drague ramène une quarantaine de silex représentant le 1/10e environ des échantillons. Un silex pesant 800 gr. montre une auréole blanche en partie opalescente et un centre gris foncé. Un échantillon présente une auréole blanche opalescente dans sa partie interne ; le contour de la région translucide est extrêmement irrégulier ; un autre échantillon possède une portion calcaire.

Station 218. — A l'Est des Roches Douvres, à 40 m. de profondeur. Gros blocs de silex de forme irrégulière (poids observés : 710 gr., 460, 420, 340) ; leur surface est souvent crevassée ou couverte de crêtes contournées. Un échantillon montre une auréole blanche épaisse de 1 m/m et un centre brunâtre ; d'autres silex présentent des régions poreuse, opalescente et translucide très irrégulièrement distribuées.

Stations 220-221. — Au large de la baie de Saint-Brieuc, à 25 m. de profondeur. Silex peu nombreux parmi lesquels un échantillon volumineux (pl. III, fig. 5) pesant plus de 1 kg. ; il est creusé en tous sens de cavités farcies d'organismes : Hermelles, Arches ; ces cavités semblent correspondre à la disparition de parties calcaires. Un silex dont la surface est couverte de pustules.

Station 222. — Au large de la baie de Saint-Brieuc, à 35 m. de profondeur. Un seul silex de forme irrégulière (poids : 70 gr.) montrant une surface verruqueuse, une auréole blanche poreuse, épaisse de 7 m/m environ, d'aspect grenu, et une région centrale brune irrégulière parsemée de taches blanches ; la cassure est conchoïdale, les esquilles provenant de la partie centrale sont translucides.

Station 224. — A l'Est des roches de Barnouic, à 45 m. de profondeur. Quelques silex verruqueux, encroûtés par des Modioles, des Algues calcaires et des Vers. Un échantillon montre une auréole grise dans sa partie interne et une région centrale foncée translucide ; un autre échantillon fait effervescence en quelques points de l'auréole.

Station 225. — A l'Ouest des Roches Douvres, à 69 m. de profondeur. Silex peu nombreux verruqueux. Un échantillon présente une auréole blanche épaisse par places de 2 ‰ et une zone centrale translucide très réduite.

Station 229. — Au Sud-Est du cap Lizard, à 80 m. de profondeur. Plusieurs silex volumineux dont l'un montre une forme arrondie et une auréole jaunâtre.

Station 230. — Au Nord de la Fosse centrale, à 79 m. de profondeur. Quelques petits silex verruqueux (poids moyen : 50 gr.) dont l'auréole fait parfois effervescence.

Station 232. — Au voisinage de la Fosse centrale, à 88 m. de profondeur. La drague ramène une douzaine de cailloux parmi lesquels 5 silex. Un échantillon présente une auréole épaisse de 1 ‰ et un centre gris noir translucide.

Station 233. — Au Sud de la Fosse centrale, à 78 m. de profondeur. Quelques silex dont l'un pesant 180 gr. est couvert de tubes d'Hermelles, de Bryozoaires et creusé de cavités irrégulières ; il a une auréole épaisse de 1 ‰ et une partie centrale grise ; le contour extérieur du silex et celui de la région centrale sont exactement parallèles (pl. IV, fig. 2, p. 127).

Station 236. — Au Sud du cap Lizard, à 79 m. de profondeur. Silex nombreux (120) accompagnant des fragments de craie blanche. Un échantillon pesant 900 gr. montre une auréole mince. Un autre échantillon se montre creusé de cavités irrégulières farcies d'animaux.

Station 237. — Au Sud-Est d'Eddystone, à 73 m. de profondeur. La drague ramène 80 % environ de silex mélangés à des fragments de craie ; 60 échantillons dépassent 4 ‰ de longueur ; leur surface est, en général, verruqueuse. Un silex montre une auréole blanche épaisse de 1 ‰ environ et une région centrale noire translucide.

Station 238. — Au Sud d'Eddystone, à 75 m. de profondeur. Silex assez nombreux dont l'un pèse 340 gr. ; un échantillon présente une région centrale translucide à contour extrêmement irrégulier.

Station 240. — Au Sud de Start-Point, à 66 m. de profondeur. Graviers et petites pierres de silex ne dépassant pas 6 ‰ de longueur ; forme très irrégulière et surface verruqueuse.

Station 244. — Au Sud de Portland, à 50 m. de profondeur. La drague ramène 60 % de silex dont beaucoup atteignent la taille du poing ; leurs formes sont très irrégulières. Un échantillon montre une auréole d'aspect grenu, un centre gris translucide ; il fait légèrement effervescence au centre et dans l'auréole. Un autre échantillon présente une auréole dont l'épaisseur est très variable ; lorsqu'elle est mince elle ressemble à l'écorce des silex vrais ; on observe au centre une cavité remplie par les sédiments actuels qui s'insinuent dans les moindres fissures. Les relations entre l'auréole et les plans de cassure sont variables : tantôt l'auréole s'épaissit au niveau de la cassure, tantôt c'est le contraire.

Station 245. — Au Sud de Kimeridge, à 48 m. de profondeur. La drague ramène 60 % de silex dont beaucoup dépassent la taille du poing (poids observés : 2 kg. 500, 1 kg. 500, 1 kg.). Ces échantillons sont souvent creusés de cavités irrégulières (fig. 23) dans lesquelles sont enfermées des coquilles actuelles (*Chlamys varia*). Un silex montre une auréole épaisse, opalescente dans sa partie interne et un centre gris. Un autre silex présente d'un côté une auréole épaisse et de l'autre une écorce mince.

Station 246. — Dans la région centrale de la Manche, à 60 m. de profondeur. Quelques silex ; un échantillon montrant une auréole blanche opalescente dans sa partie interne et une région centrale grise parsemée de nombreuses taches blanches.

Station 247. — Dans la Fosse centrale, à 80 m. de profondeur. La drague ramène 50 % de silex de type variable dont l'un pèse 3 kg. 200 ; un échantillon présente une auréole blanche d'aspect grenu et une région centrale foncée à cassure conchoïdale.

Station 248. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Je recueille 50 % de silex de type variable. Un échantillon pesant 750 gr. montre une auréole épaisse de 1/2 ‰ et des cavités irrégulières. Un autre échantillon possède une auréole opalescente et une région centrale translucide parsemée de nombreuses taches blanches.

Station 249. — Au Nord de Cherbourg, à 53 m. de profondeur. Silex nombreux (30 à 40 %) à auréole poreuse ou opalescente.

Station 250. — Au Sud-Est de Wight, à 30 m. de profondeur. Silex de type variable associés à de la craie blanche. Silex auréolés assez nombreux. Un échantillon montre d'un côté une auréole poreuse et de l'autre une auréole opalescente ; il est creusé de cavités étroites remplies par les sédiments actuels.

Station 253. — En Manche orientale, à 48 m. de profondeur. La drague ne ramène que des graviers et de petites pierres parmi lesquelles des silex. Un échantillon montre une auréole blanche épaisse ne faisant pas effervescence (dimension 6 ‰, poids : 60 gr.).

Station 255. — Au large du cap d'Antifer, à 27 m. de profondeur. Je recueille 60 % de silex de type variable (pl. IV, fig. 1) ; un échantillon pesant près de 3 kg. montre une auréole peu épaisse (5 ‰) et un centre bien noir.

Station 256. — Au large du cap d'Antifer, à 25 m. de profondeur. Silex de type variable; les graviers de silex sont abondants ; un échantillon pesant 1 kg. montre une auréole poreuse épaisse.

Station 258. — A l'Ouest de la pointe de Barfleur, à 32 m. de profondeur. Quelques silex ; un échantillon montre une auréole blanche, opalescente dans sa partie interne et une région centrale blonde.

Station 260. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Un silex pesant 550 gr. montre une auréole incomplète et une région centrale jaunâtre ; il est creusé de cavités irrégulières et rappelle beaucoup certains échantillons provenant de l'argile à silex.

Station 261. — Au Nord de Cherbourg, à 70 m. de profondeur. 5 silex; un échantillon présente une auréole peu épaisse (2 à 5 ‰) et un centre gris foncé.

Station 262. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Silex peu nombreux de type variable : un échantillon présente une auréole d'épaisseur variable ressemblant parfois à l'écorce des silex vrais ; il est creusé d'une grande cavité autour de laquelle l'auréole est peu épaisse. Un autre échantillon possède une auréole d'épaisseur très variable.

Station 263. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Un petit silex verruqueux à large auréole blanche ; un gros silex pesant plus de 2 kg. à large auréole blanche d'aspect grenu, à centre gris.

Station 388. — Au Sud-Est de Guernesey, à 53 m. de profondeur. Silex nombreux de forme extrêmement capricieuse (longueur maxima : 8 ‰) ; un échantillon se montre creusé de cavités irrégulières où sont logées des coquilles d'Arches ; un autre échantillon présente une surface rongée par les Bryozoaires ; un silex à auréole blanche épaisse possède des cavités tapissées de parties calcaires.

Station 389. — A l'Ouest des Minquiers, à 38 m. de profondeur. Trois silex; un échantillon montre une auréole blanche opalescente épaisse et plusieurs taches translucides (pl. IV, fig. 4).

Station 393. — Au Sud-Ouest de Wight, à 35 m. de profondeur. Quelques petits silex ; un échantillon ne montre pas de région translucide, la partie centrale étant grise, opaque ; un autre échantillon présente l'aspect d'une craie poreuse mais il ne fait pas effervescence ; un silex possède une petite région translucide et une large auréole.

Station 394. — Au Sud de Wight, à 40 m. de profondeur. Silex peu nombreux (poids maximum observé : 220 gr.), de forme très irrégulière. Quelques échantillons ayant 3 à 4 ‰ de longueur montrent une surface verruqueuse.

Station 395. — Dans la région centrale de la Manche, à 85 m. de profondeur. Silex nombreux de type varié. Un échantillon pesant 600 gr. environ montre une auréole poreuse peu épaisse (2 à 3 ‰), opalescente vers l'intérieur, et une région centrale noire translucide parsemée de taches claires. Un échantillon très curieux présente une cavité occupée par de nombreux tubes de vers (pl. III, fig. 2) ; au centre de la cavité se trouve une masse vermiculée opalescente rongée par les Cliones qui ont dû détruire toutes les parties calcaires.

Station 396. — Dans la région centrale de la Manche, à 96 m. de profondeur. Silex nombreux de type différent. Un échantillon à surface verruqueuse montre une auréole épaisse de 3 à 4 ‰ et une région centrale noirâtre, translucide, à cassure conchoïdale, à spicules d'Eponges nombreux ; les verrues correspondent à des parties translucides décolorées. Un silex présente une portion vermiculée faisant fortement effervescence et passant insensiblement au reste du silex ; au milieu de la région translucide noire s'observent des taches claires faisant effervescence (témoins calcaires).

Station 398. — Au Nord de la pointe de Barfleur, à 64 m. de profondeur. Une trentaine de silex ; un échantillon possède une auréole d'aspect grenu et une partie translucide dont les contours sont extrêmement irréguliers.

Station 399. — A l'Est de Barfleur, à 49 m. de profondeur. La drague ramène 80 % de silex de type varié ; un petit silex verruqueux montre une auréole épaisse et un centre blond translucide.

Station 400. — Dans la baie de Seine, à 38 m. de profondeur. Quelques silex verruqueux ; un échantillon montre une auréole épaisse d'aspect grenu dont la portion externe est bourrée de spicules creux et une région centrale noire translucide à contour dendritique (pl. IV, fig. 7, p. 127).

Station 403. — A l'Est de Saint-Vaast, à 35 m. de profondeur. Un silex de forme générale arrondie possède une auréole épaisse (1 ‰ à 1 ½) et des géodes dans l'auréole et dans la partie centrale (poids : 100 gr.).

Station 416. — Dans la partie axiale de la Manche, à 79 m. de profondeur. Silex nombreux de types divers parmi lesquels de volumineux échantillons de forme irrégulière se montrent creusés de cavités capricieuses. Un échantillon typique à auréole épaisse et centre noir ; une lame siliceuse courbe à auréole blanche opalescente dans sa partie interne ; un échantillon montre la pénétration des Cliones dans l'auréole.

Station 417. — Au Nord de Cherbourg, à 65 m. de profondeur. Nombreux silex de types divers.

Station 419. — Idem, à 60 m. de profondeur. Quelques silex peu typiques.

Station 501. — A l'entrée occidentale de la Manche, à 105 m. de profondeur. Quelques silex ; un échantillon blanchâtre montre deux portions calcaires ; un petit silex très typique à auréole épaisse et centre translucide bien noir ; un échantillon de la taille du poing (poids : 350 gr.) présente une surface verruqueuse ; l'auréole, épaisse de 1 ‰ environ, n'existe que sur une moitié du silex ; sur l'autre moitié on observe une mince écorce ferrugineuse et la région centrale se trouve décolorée à ce niveau.

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE III

Silex de forme irrégulière

Fig. 1. — Silex volumineux couvert de pustules et de plaques dures, en saillie (*p*). La cassure montre une auréole blanche, épaisse de plus de 1 %, une région centrale noire translucide. Longueur : 22 %. Poids : 3 kg. 200. St. 529, au Nord de l'île Vierge, à 95 m. de profondeur.

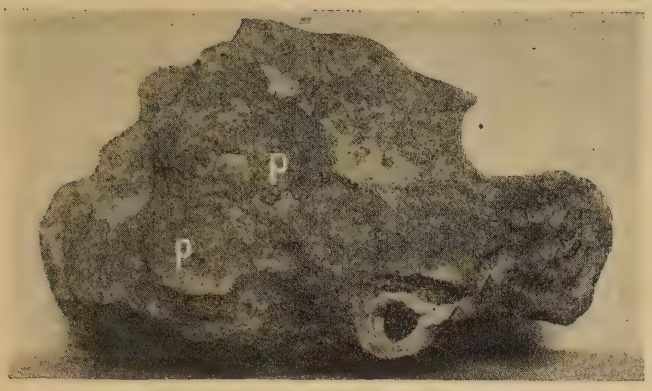
Fig. 2. — Silex montrant des parties calcaires rongées par les animaux perforants. Hauteur de l'échantillon de droite : 5 % ½. St. 395, dans la région centrale de la Manche, à 85 m. de profondeur.

Fig. 3. — Silex irréguliers creusés de cavités tapissées d'animaux. Hauteur de l'échantillon de gauche : 14 %. St. 2.010, au Nord d'Ouessant, à 108 m. de profondeur.

Fig. 4. — Enorme silex à surface hérissée de protubérances, couverte de bios. Echantillon traversé par des cassures (*c*). Longueur : 30 %. Poids : 5 kg. St. 525, au Nord de Lizard, à 90 m. de profondeur.

Fig. 5. — Silex volumineux, creusé de cavités irrégulières. Longueur : 15 % ½. Poids : plus de 1 kg. St. 220, au large de la baie de Saint-Brieuc, à 25 m. de profondeur.

Clichés L. D.

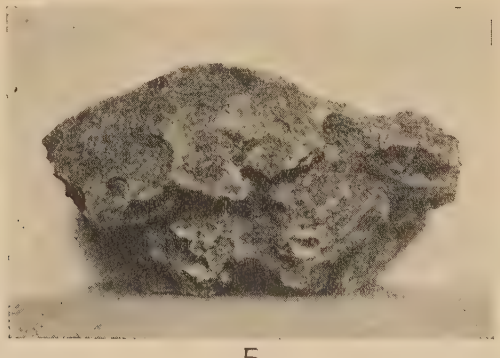


1

2

3

4



5

Planche III.

Station 503. — A l'Ouest des Sorlingues, à 108 m. de profondeur. Cinq silex dont plusieurs sont de la taille du poing ; un échantillon montre une auréole de couleur ferrugineuse (½ à 1 c/m) parfois opalescente vers l'intérieur, et une région centrale noire parsemée de taches blanches ; petits silex à surface verruqueuse, à auréole épaisse (1 c/m) ne possédant qu'une tache translucide au centre.

Station 516. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. La drague ramène 60 % de silex souvent volumineux ; un échantillon pesant 1 kg. 480 est couvert de Modioles et de Balanes sur une face ; il possède une auréole épaisse et une région centrale translucide noirâtre à reflets bleuâtres ; un autre échantillon montre une auréole blanche (½ c/m d'épaisseur) n'existant que sur une partie du contour.

Station 522. — Au Sud-Est de Lizard, à 80 m. de profondeur. Deux silex ; un échantillon verruqueux blanchâtre ne faisant pas effervescence ; un autre échantillon montre une auréole poreuse n'existant que d'un côté et une région translucide irrégulière.

Station 528. — Près de la Roche Blanche, à 92 m. de profondeur. Quelques silex ; un échantillon montre une auréole opalescente (5 à 8 m/m) et une région translucide noire irrégulière.

Station 534. — A l'extrémité occidentale de la Fosse centrale, à 84 m. de profondeur. Un silex de la taille du poing présente une auréole blanche poreuse très irrégulière et une région centrale noire translucide.

Station 543. — Dans la partie axiale de la Manche, à 46 m. de profondeur. La drague ramène de nombreux silex dont plusieurs sont volumineux (poids maximum : 450 gr.). Un échantillon montre une auréole épaisse (1 c/m) et une région translucide noire ; un autre échantillon montre au centre une enclave grise entourée de plusieurs zones de coloration différente.

Station 544. — Dans la partie axiale de la Manche, à 51 m. de profondeur. Nombreux petits silex verruqueux ; les uns se montrent entièrement blancs en coupe et ne font pas effervescence, les autres possèdent une petite tache translucide entourée d'une auréole épaisse.

Station 545. — Au Sud de Beachy Head, à 64 m. de profondeur. Nombreux silex de type différent (pl. IV, fig. 8, p. 127). Un gros échantillon pesant 1 kg. 300 se montre couvert d'Algues calcaires et de Salmacines ; un autre échantillon possède une curieuse patine verte et brune qui apparaît nettement lorsqu'on a nettoyé la surface à l'acide chlorhydrique.

Station 1.041. — Au Nord de l'île de Batz, à 80 m. de profondeur. Quelques petits silex verruqueux à Bryozoaires ; plusieurs se montrent entièrement blanchâtres en coupe ; d'autres possèdent une région centrale translucide ; un échantillon montre une partie calcaire adhérant à la région opalescente.

Station 2.001. — Au voisinage du plateau du Gaston Rivier, à 70 m. de profondeur. Quelques silex à auréole blanche ; un échantillon fait légèrement effervescence dans l'auréole et dans la région centrale qui est à peine translucide.

Station 2.004. — Au Nord du plateau des Triagoz, à 82 m. de profondeur. Quelques silex de forme très irrégulière montrant de nombreuses cavités (poids maximum : 200 gr.) ; un échantillon possède une auréole blanche épaisse, opalescente par places et une région centrale grise translucide.

Station 2.006. — Au Nord de l'île de Batz, à 75 m. de profondeur. Silex peu nombreux ; un échantillon, de forme irrégulière, présente une auréole blanche épaisse parsemée de petites taches translucides et une région centrale grise et noire ; la surface possède une patine ferrugineuse et noirâtre accentuée.

Station 2.009. — Au Nord d'Ouessant, à 108 m. de profondeur. Petits silex assez nombreux; un échantillon à auréole épaisse parfois opalescente montre une région centrale noire parsemée de taches translucides ; un petit nodule dur de couleur crème ne fait pas effervescence.

Station 2.013. — Au Nord-Est du banc Parsons, à 120 m. de profondeur. Graviers de silex nombreux de forme irrégulière.

Station 2.014. — Sur le banc Parsons, à 110 m. de profondeur. Graviers de silex nombreux à surface verruqueuse.

Station 2.015. — Au large d'Ouessant, à 119 m. de profondeur. Quelques petits graviers de silex.

Station 2.016. — Au Sud d'Ouessant, à 119 m. de profondeur. Graviers de silex peu abondants.

Station 2.017. — Au Sud d'Ouessant, à 110 m. de profondeur. Quelques petits graviers de silex de forme irrégulière.

Station 2.022. — Au large d'Ouessant, à 112 m. de profondeur. Quelques petits graviers de silex de forme irrégulière.

Station 2.023. — A l'Ouest du banc Shamrock, à 135 m. de profondeur. Graviers de silex assez nombreux ; échantillons verruqueux dont l'intérieur est blanchâtre.

Station 2.024. — A l'Ouest du banc Shamrock, à 160 m. de profondeur. Nombreux petits silex.

Station 2.025. — Au voisinage du banc Shamrock, à 150 m. de profondeur. Silex peu nombreux à surface verruqueuse contenant des Bryozoaires (poids maximum : 880 gr.) ; un échantillon montre une auréole poreuse épaisse et des parties dures distribuées irrégulièrement ; la région translucide est décolorée au voisinage de la surface.

Station 2.026. — Sur le banc Shamrock, à 130 m. de profondeur. Nombreux petits silex assez particuliers : échantillons durs à spicules d'Eponges nombreux montrant une auréole épaisse très opalescente ; ils ressemblent beaucoup à ceux que l'on trouve sur les grèves de Penzance.

Station 2.027. — Au Nord du banc Shamrock, à 135 m. de profondeur. Quelques petits graviers de silex ne dépassant guère 1 $\frac{c}{m}$ de diamètre ; l'un d'eux montre une auréole blanche et un centre jaunâtre translucide.

Station 2.028. — A l'entrée de la Manche occidentale, à 102 m. de profondeur. Nombreux petits silex blanchâtres.

Station 2.029. — A l'extrémité occidentale de la Fosse centrale, à 90 m. de profondeur. Nombreux silex de type divers ; un échantillon présente une auréole épaisse un peu ferrugineuse et un centre noir.

Station 2.037. — A l'Est de Serck, à 37 m. de profondeur. Six silex de forme irrégulière dont certains sont entièrement blancs à l'intérieur ; un échantillon possède une auréole blanche d'aspect grenu.

Station 2.039. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Silex nombreux à surface lisse ; un échantillon à Bryozoaires montre une auréole peu épaisse ; un autre échantillon présente des marques de choc.

3. — SILEX POURVUS D'UNE ÉCORCE MINCE

Je signale ici les silex qui ne possèdent pas d'auréole épaisse et qui ressemblent aux silex typiques de la craie supérieure couverts d'une mince écorce. Leurs caractères distinctifs ne sont pas toujours très nets et il existe des termes de passage entre les silex à auréole et les silex à écorce. Nous n'avons jamais dragué de silex à écorce assez nombreux pour qu'on puisse les considérer comme en place. Ils ne constituent, dans l'ensemble, qu'une faible portion des silex sous-marins.

STATION 213. — Au Sud-Ouest de Portland, à 50 m. de profondeur. Un échantillon montrant une zone externe ferrugineuse et une région centrale noire.

STATION 232. — Au voisinage de la Fosse centrale, à 88 m. de profondeur. Un silex translucide présentant une mince écorce (1 m/m environ) dont la surface est ferrugineuse.

STATION 234. — Au voisinage de Barnouic, à 67 m. de profondeur. Un silex à centre noir translucide, à écorce mince et dure.

STATION 236. — Au Sud-Est du cap Lizard, à 79 m. de profondeur. Un échantillon creusé de cavités irrégulières (poids : 900 gr.) montre une face de cassure ancienne et une écorce peu épaisse ; cependant on observe par places une auréole poreuse ; un autre échantillon montre une écorce de 1 m/m d'épaisseur.

STATION 244. — Au Sud de Portland, à 50 m. de profondeur. Un silex à écorce très mince ferrugineuse.

STATION 245. — Au Sud de Kimeridge, à 48 m. de profondeur. Un petit silex à écorce mince ferrugineuse, à centre noir.

STATION 261. — Au large de Cherbourg, à 70 m. de profondeur. Un silex de forme irrégulière montre des cavités remplies d'animaux et de coquilles brisées ; il possède une écorce mince.

STATION 394. — Au Sud de Wight, à 40 m. de profondeur. Un silex montrant de l'extérieur vers le centre : une zone poreuse très mince (½ m/m), une zone grise et une région noire bourrée de spicules d'Eponges.

STATION 397. — Dans la région centrale de la Manche, à 60 m. de profondeur. Un silex allongé présente une région poreuse peu épaisse (2 m/m) irrégulière, opalescente et une région centrale blonde, translucide, bourrée de spicules d'Eponges.

STATION 416. — Dans la partie axiale de la Manche, à 79 m. de profondeur. Un silex arrondi, patiné, dépourvu d'auréole.

STATION 503. — A l'Ouest des Sorlingues, à 108 m. de profondeur. Un silex possédant une écorce très mince.

STATION 547. — Dans le prolongement oriental de la Fosse centrale, à 65 m. de profondeur. Un silex arrondi à écorce mince ; on observe d'un côté une petite portion poreuse blanchâtre.

STATION 2.012. — A l'entrée de la Manche occidentale, à 110 m. de profondeur. Un silex à surface cariée montrant une écorce mince et un centre gris.

STATION 2.014. — Sur le banc Parsons, à 110 m. de profondeur. Un petit silex blanchâtre.

STATION 2.023 *bis*. — A l'Ouest du banc Shamrock, à 140 m. de profondeur. Plusieurs petits silex blanchâtres dont un contient une radiole d'Oursin.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Carte X (p. 129)

Je n'insisterai pas sur les silex pourvus d'une écorce mince que je viens de citer : ils ne sont pas en place et ils jouent un rôle peu important au fond de la Manche. Au contraire, les silex auréolés sont extrêmement nombreux ; je vais d'abord résumer leurs caractères en examinant successivement leur taille et leur poids, leur forme, leur aspect externe et interne ; je montrerai ensuite combien ils diffèrent de la plupart des silex recueillis en place dans les bancs de craie, et comment on peut expliquer la présence de l'auréole et le mode de gisement de ces silex.

Enfin j'examinerai quelle est leur répartition dans la Manche et quelles conclusions on peut en tirer au sujet de l'extension du Crétacé.

1° La taille de ces silex varie dans de grandes proportions ; *ceux qui atteignent la grosseur de la tête ne sont pas rares* ; beaucoup pèsent plus de 1 kg. (pl. III, fig. 1, 4, p. 121) ; la taille moyenne oscille autour de celle du poing. Certains dragages n'ont ramené que de petits silex de forme irrégulière (à la station 2.026, par exemple) ; on peut se demander, dans ce cas, s'ils proviennent de nodules plus volumineux qui auraient été usés ou fragmentés ou si le gisement primitif contenait des silex de cette taille.

La forme des silex auréolés est très irrégulière ; *ils ne peuvent en aucun cas être comparés à des galets* ; on observe des formes mamelonnées, allongées, crevassées, en haltères, en anneaux, etc. Ce sont des formes qui se rencontrent habituellement dans les nodules de silex en place. Certains silex sont creux ; d'autres ont leur surface creusée de cavités capricieuses (pl. III, fig. 5, p. 121). Un grand nombre présentent des pustules ou des plaques dures en saillie (pl. III, fig. 1, p. 121), les parties creuses correspondant aux régions pourvues d'une auréole (silex verruqueux).

Ces silex sont toujours encroûtés par des animaux fixés : Bryozoaires, Hydrozoaires, Hermelles, Balanes, Arches, etc. ; ils étaient donc immobiles au fond de la mer. Certains animaux perforants ont joué un rôle dans la disparition des parties calcaires : j'ai souvent observé, adhérant encore au silex, des fragments calcaires perforés par des Cliones ou des Vers. La surface de certains silex se montre parfois burinée, rongée sous l'action d'animaux incrustés dans les parties tendres, même dans celles qui ne sont pas calcaires : lorsqu'on enlève, en les dissolvant, les colonies de Bryozoaires, on remarque que leur emplacement est souvent marqué par des sillons à la surface des silex. Dans quelle mesure l'action des animaux modifie-t-elle la forme extérieure des silex? Il est difficile de répondre à cette question d'une façon précise. On peut dire que les animaux détruisent les parties calcaires et que dans certains cas ils sont capables de désagréger les parties friables de l'auréole. Ils contribuent peut-être à isoler les parties dures restées en saillie dont j'ai parlé précédemment.

L'auréole est une région périphérique blanchâtre, poreuse, happant à la langue, dont l'épaisseur atteint en moyenne 1 $\%_m$ (pl. IV, fig. 1, p. 127) ; en général, elle ne fait pas effervescence à l'acide ; elle montre fréquemment des moules creux de Bryozoaires et de spicules d'Eponges. Son épaisseur peut varier de quelques millimètres à 2 $\%_m$ environ ; lorsque l'épaisseur est moindre que un 1/2 $\%_m$, l'auréole ressemble à l'*écorce* des silex recueillis en place dans les bancs de craie. Dans certains échantillons, il n'existe que des portions d'auréole et la question se pose de savoir si l'auréole a été enlevée sur une partie du silex ou si elle ne s'y est jamais formée ; dans le cas de silex creux, l'auréole est généralement moins épaisse autour des cavités.

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE IV

Silex auréolés

Fig. 1. — Silex montrant une auréole blanche épaisse de 1 ‰ et un centre noir translucide. Diamètre de la section : 6 ‰ ½. St. 255, au large du cap d'Antifer, à 27 m. de profondeur.

Fig. 2. — Silex montrant une auréole épaisse (1 ‰ par places), une région centrale translucide dont le contour est parallèle à celui du silex. Diamètre : 6 ‰. St. 233, au Sud de la Fosse centrale, à 78 m. de profondeur.

Fig. 3. — Silex présentant des parties calcaires rongées. Cavités remplies de vase coquillière actuelle. Diamètre : 6 ‰ ½. St. 262, au large de Cherbourg, à 60 m. de profondeur.

Fig. 4. — Silex montrant une auréole blanche épaisse et quelques taches translucides au centre. Diamètre : 4 ‰ ½. St. 389, à l'Ouest des Minquiers, à 38 m. de profondeur.

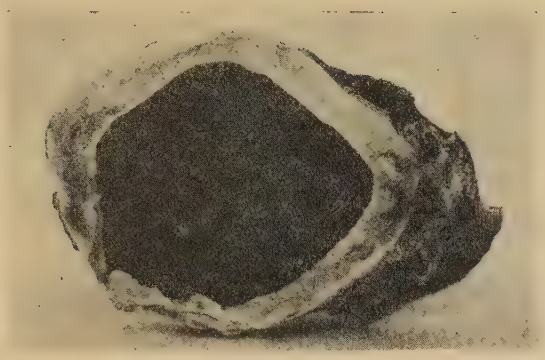
Fig. 5. — Silex présentant deux cavités remplies de sédiments actuels. Auréole blanche épaisse contenant des noyaux translucides. Diamètre : 5 ‰. St. 234, au voisinage de Barnouic, à 67 m. de profondeur.

Fig. 6. — Galet de silex montrant une auréole blanche. Diamètre de l'échantillon de droite : 4 ‰. Port-Blanc (Côtes-du-Nord).

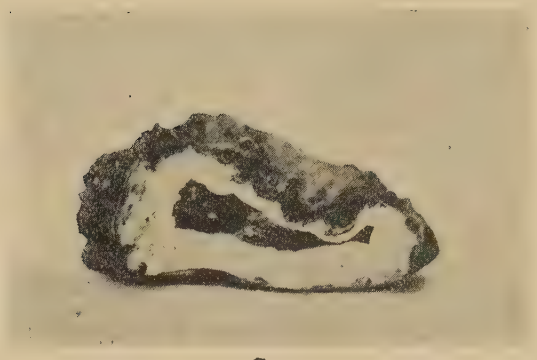
Fig. 7. — Silex montrant une auréole épaisse, une région centrale translucide dont le contour est dentelé comme une cloison d'Ammonite. Diamètre de l'échantillon de gauche : 6 ‰ ½. St. 400, dans la baie de Seine, à 38 m. de profondeur.

Fig. 8. — Silex auréolé altéré suivant les fentes. Diamètre : 4 ‰ ½. St. 545, au sud de Beachy Head, à 64 m. de profondeur.

Clichés L. D.



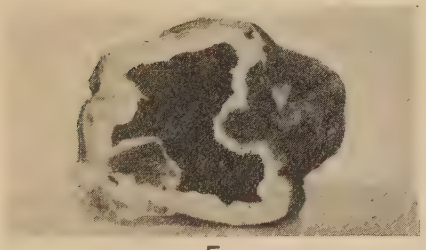
1



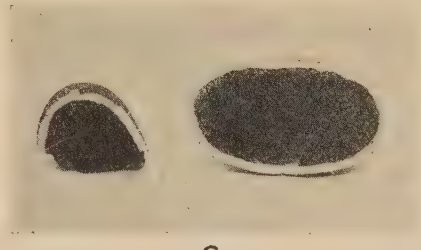
2

3

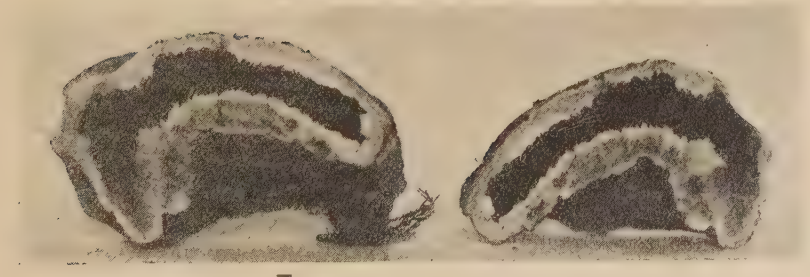
4



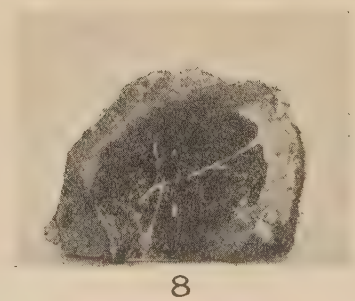
5



6



7



8

Beaucoup d'échantillons présentent une différenciation dans la zone interne de l'auréole : cette zone est alors grise opalescente et ne montre pas de vides ; elle peut être distribuée très irrégulièrement et parfois constituer à elle seule toute la partie périphérique.

L'auréole réagit quelquefois à l'acide (exemples : silex des stations 43, 44, 231, etc.) ; l'effervescence ne se produit généralement qu'en quelques points (témoins calcaires).

Il existe souvent toutes les transitions entre les échantillons qui possèdent une région translucide épaisse et ceux qui n'ont qu'une petite tache translucide au centre (pl. IV, fig. 2, p. 127). Certains silex de petite taille se montrent même uniquement composés d'une substance blanche analogue à celle de l'auréole, comme si toute la région translucide s'était transformée en s'altérant : à la station 254, j'ai recueilli de petits silex dont la partie translucide était réduite à une tache de 3 $^{m}/_{m}$ de largeur; les stations 1.041, 2.037, etc., fournissent de petits silex blanchâtres entièrement dépourvus de parties translucides.

Les relations de l'auréole et de la zone translucide montrent des variations intéressantes : le contour de la région translucide centrale est parallèle à la surface, ou très irrégulier, dentelé ; il envoie souvent des prolongements dans l'auréole et cette dernière isole parfois de petites taches translucides : tout se passe comme si l'altération s'était faite inégalement et comme s'il restait de petits noyaux non altérés au milieu de l'auréole.

Comment se comporte l'auréole lorsque le silex possède des plans de cassure ? La station 244 fournit des silex montrant les trois cas suivants : 1° la cassure ne semble produire aucune modification ; 2° l'auréole est plus épaisse au niveau de la cassure et envoie un prolongement dans la zone translucide ; 3° cas inverse du précédent : l'auréole est moins épaisse au niveau de la cassure ; les deux derniers cas paraîssent bien démontrer que l'auréole s'est différenciée postérieurement à la formation de la cassure. La station 545 fournit un silex possédant une large auréole qui se continue le long des cassures (pl. IV, fig. 8, p. 127), comme si l'altération s'était faite tardivement.

La région centrale des silex étudiés présente une structure crypto-cristalline ; elle est formée en majeure partie de calcédoine ; elle possède en général la translucidité, la cassure conchoïdale des silex vrais ; elle est de couleur noire ou grise et montre souvent de petites taches claires ; les fossiles qu'elle contient sont des Bryozoaires et des spicules d'Eponges. Lorsque cette région se continue jusqu'à la surface du silex, on constate qu'elle perd sa translucidité et se décolore. Son contour reproduit habituellement les inégalités de la surface du silex ; parfois il est extrêmement irrégulier (pl. IV, fig. 7, p. 127).

La *roche mère* des silex est difficile à étudier; elle n'existe plus qu'à l'état de fragments très réduits qui sont rongés par les animaux perforants (p. III, fig. 2, p. 121). Elle paraît constituée généralement par de la craie blanche et parfois par du calcaire blanc ou jaunâtre. Un silex, trouvé à la station 254, montre une partie crayeuse adhérente rongée par les Cliones ; j'ai observé de même aux stations 213 et 395 des témoins calcaires rongés par des organismes perforants. La station 2.008 a fourni un silex creux auréolé, rempli d'une sorte de boue crayeuse contenant des spicules d'Eponges et de nombreux Foraminifères très bien conservés.

2° *La plupart des silex que nous avons dragués se font remarquer par la présence d'une auréole blanche épaisse de* 1 $^{c}/_{m}$ *en moyenne,* tandis que la grande majorité des silex pris en place dans la craie ne possèdent qu'une mince écorce blanchâtre épaisse de 1 à 2 $^{m}/_{m}$. Cependant, on connaît dans certaines régions des silex en place qui présentent une écorce épaisse originelle: par exemple, les silex provenant de la craie sénonienne d'Hardivilliers (recueillis à l'excursion

Ateliers Blondel la Rougery Paris

CARTE X

dirigée par M. Cayeux en 1927) ou ceux du Turonien de Fécamp (présentés à la conférence de M. Cayeux à la S. G. F., 19 décembre 1927). Ces silex sont situés à des niveaux précis qui se montrent assez rares.

Dans nos gisements sous-marins, les silex auréolés sont au contraire extrêmement nombreux : nous en avons dragué des milliers d'échantillons. Aussi tout en admettant que certains d'entre eux ont pu posséder originellement une zone externe différenciée épaisse, j'attribue, dans la plupart des cas, la présence de l'auréole à une modification tardive, une sorte d'altération plus ou moins profonde. Nous avons déjà vu (p. 112) que Worth a constaté lui aussi que les échantillons sous-marins différaient beaucoup des silex trouvés à terre ; il a admis que dans certains cas la perte de silice, effectuée au dépens de la région externe, pouvait atteindre 33 % du poids total du silex. On se trouve peut-être en présence de dissolution d'opale, comme dans le phénomène cité par M. Lacroix (131 *bis*), qui donne naissance à la *passyite*.

J'ajouterai, à l'appui de cette manière de voir, que certains galets de silex présentent une auréole analogue à celle des échantillons de dragage : un petit silex, recueilli sur la grève de Port-Blanc (Côtes-du-Nord), possède une auréole poreuse, blanchâtre, épaisse de 2 $\frac{m}{m}$ environ, entourant une région translucide noirâtre (pl. IV, fig. 6, p. 127) : cette auréole s'est évidemment développée postérieurement à la formation du galet.

J'attribue donc la présence de l'auréole à une modification tardive de la région externe. Cette modification est-elle récente? Je crois au contraire qu'elle est relativement ancienne et qu'elle s'est produite dans des conditions de gisement particulières. Cependant, il est possible qu'il s'opère actuellement au fond de la mer certaines transformations ; on constate que l'eau de mer imbibe les régions poreuses des silex ; lorsqu'on extrait les silex de la mer, ils se brisent parfois à la main (silex pourris), comme à la station 525 ; les silex brisés au marteau montrent au bout de quelque temps de nombreux cristaux de sel déposés sur la section, dans la région de l'auréole. Un silex creux, dragué à la station 2.008 a été échantillonné au retour de la croisière : il contenait une boue crayeuse, encore liquide, montrant que l'eau de mer avait pénétré jusqu'au centre. Il serait intéressant de savoir dans quelle mesure l'eau de mer est capable de transformer actuellement les silex.

Comment expliquer le mode de gisement de ces silex auréolés? Worth admet que d'importantes masses de craie ont été détruites pendant certaines périodes d'érosion : « But the flintsare left to indicate where the chalk has been » (226, p. 174). Il est difficile de ne pas faire un rapprochement entre les amas de silex sous-marins et les formations d'argiles à silex et de conglomérats à silex qui couvrent de grandes étendues dans certaines régions de la France. Sans vouloir pousser la comparaison trop loin, on peut dire que tous ces dépôts indiquent l'emplacement ou la proximité d'anciens gisements de craie : les uns résultent de la destruction effectuée presque sur place de masses importantes de craie ; d'autres proviennent du remaniement de silex en place sous l'influence de causes diverses, les silex n'ayant d'ailleurs pas, en général, été entraînés très loin de leur gisement primitif.

Il me paraît intéressant de citer quelques lignes d'un travail de Gosselet (104) concernant le conglomérat tertiaire à silex du Nord de la France : « Les silex du conglomérat tertiaire proviennent de la craie à *Miscrater breviporus* et présentent encore la forme irrégulière des silex de cette zone. Ils sont corrodés et non roulés ; ils n'ont pas été entraînés au loin, car, sauf de rares exceptions, ils n'existent que sur la craie à *Micraster breviporus* ou à une faible distance de la limite extérieure de cette craie. Donc, lorsque la craie a été dissoute pendant la période d'émersion antétertiaire, les silex sont restés s'accumulant principalement dans les bas fonds ».

A mon avis, les silex du fond de la Manche comme les silex du Nord « n'ont pas été entraînés

au loin », et ils indiquent l'emplacement d'anciens gisements de craie ; ceux que l'on drague dans la Fosse centrale représentent peut-être des silex accumulés « dans les bas fonds ».

On pourrait aussi comparer les amas de silex provenant du fond de la Manche aux dépôts contenant des silex et des cherts qui affleurent en plusieurs points du Dorset, du Devon, et en un point du Cornwall ; ces dépôts, cités précédemment (p. 110), ont été attribués par Clement Reid à l'Eocène : les silex qui en proviennent sont souvent irréguliers et modifiés sur une épaisseur considérable (177, 178) ; Reid écrit à propos de ces silex : "they are weathered and annealed in the same curious way...". Ainsi l'« anneau » de ces silex correspondrait à l'auréole de nos échantillons. D'après Reid, il existerait, au large du Cornwall, un gisement sous-marin analogue à celui de Penzance.

Je supposerai volontiers à titre d'« hypothèse de travail » que nos amas de silex sous-marins ont une origine analogue et proviennent du lessivage d'un dépôt éocène qui aurait couvert toute la Manche et qui aurait été constitué en partie aux dépens de silex de la craie.

De même que les graviers de Haldon (Devon) ou de Penzance (Cornwall) témoignent qu'il a existé dans ces régions des affleurements crétacés, *de même nos silex sous-marins, lorsqu'ils sont abondants, peuvent être considérés comme des témoins de l'extension du crétacé.* Nous avons vu que ces silex dépassent souvent 60 % des échantillons dragués et atteignent parfois 95 %. Je considère comme établi, dans ce cas, que ces silex se trouvaient sur l'emplacement d'anciens affleurements crétacés.

3° Examinons donc maintenant quelle est la répartition des gisements sous-marins de silex ; nous en déduirons la répartition des anciens gisements de craie (carte X, p. 129).

On peut faire une première constatation : les gisements de silex en place manquent dans le golfe normano-breton et les silex y sont peu fréquents. Il ne faut pas se hâter d'en déduire que la région était émergée à l'époque crétacée ; en effet, nous connaissons, au voisinage du golfe, le lambeau d'argile à silex de Flamanville, les graviers de silex si nombreux de la terrasse du Mont-Dol ; d'autre part, certains gisements de silex peuvent avoir échappé à la drague, parce qu'ils sont couverts par des affleurements éocènes ou quaternaires. Mais cette constatation est intéressante à un autre point de vue : elle montre que l'accumulation de nos silex sous-marins n'est pas due aux courants actuels, car, dans cette hypothèse, ils devraient être particulièrement nombreux dans le golfe normano-breton : c'est, en effet, une région où les courants sont très violents ; on devrait de même observer une diminution progressive du nombre des silex, au fur et à mesure qu'on s'éloigne des falaises crayeuses de la Manche orientale, ce qui n'est pas le cas.

Les gisements de silex se trouvent en effet répartis dans toute la Manche ; *il est probable que la mer, au Crétacé moyen et supérieur, a occupé tout l'emplacement actuel de la Manche occidentale* ; elle s'est même étendue sur les massifs anciens dans la région du Devon et du Cotentin. Les silex se montrent particulièrement nombreux, constituant presque exclusivement le contenu de la drague, dans les régions suivantes : entre l'île de Wight et le cap d'Antifer, dans la Fosse centrale ou à son voisinage, à l'entrée occidentale de la Manche, au Nord-Ouest d'Ouessant (principales stations : 213, 231, 252, 397, 518, 542, 2.012). Ces faits contribuent à établir, d'une façon probante, l'existence de la « trouée de la Manche » au Crétacé moyen et supérieur.

Il est intéressant de remarquer que les bancs situés au large de l'entrée de la Manche (banc Shamrock, banc Parsons), sont couverts de petites pierres et de graviers de silex.

L'abondance des silex, au large des côtes, explique en partie leur présence dans les cordons littoraux anciens ou actuels ; il ne paraît pas étonnant, maintenant que l'on connaît l'existence des gisements sous-marins, d'observer des silex rejetés par la mer sur les plages ; naturellement,

certains de ces silex peuvent être dus au délestage. Nous trouvons de même de nombreux silex dans les terrasses quaternaires : une partie d'entre eux y ont été apportés par les vagues et les courants, d'autres par les glaces flottantes. A Audierne, les silex sont tellement nombreux, dans la terrasse, qu'à mon avis il doit en exister un gisement au large.

Il serait intéressant d'expliquer l'origine et de retracer l'histoire des silex contenus dans les terrasses des falaises de la Manche occidentale ; les faits exposés dans ce travail pourront servir à cette étude.

CHAPITRE VI

Tertiaire

Tous les documents que nous avons recueillis sur le Tertiaire de la Manche se rapportent à l'Eocène. Il ne faudrait pas en conclure que la région de la Manche est restée émergée aux autres époques du Tertiaire. Nous savons, au contraire, qu'elle a été recouverte par la mer, au moins en partie, aux époques suivantes : au Rupélien, au Vindobonien, au Sahélien et sans doute au Plaisancien ; on connaît, en effet, au voisinage de la Manche, des dépôts marins appartenant à ces différentes époques ; ce sont : le calcaire grossier de Rennes, les argiles à Corbules du Cotentin (Rupélien); les faluns des Côtes-du-Nord, les faluns de Carentan (Vindobonien); les sables d'Apigné, près de Rennes, les sables de Gourbesville (Redonien) ; les argiles du Bosq d'Aubigny, dans le Cotentin, attribuées au Plaisancien.

Il ne faut pas s'étonner que nos documents soient incomplets : il reste encore bien des régions à explorer et beaucoup d'affleurements ont évidemment échappé à nos dragages ; d'autre part, les gisements oligocènes et miocènes ont pu être détruits par l'érosion subaérienne et marine. En particulier, les dépôts meubles, tels que les faluns et les sables ont dû être facilement dispersés par les courants. C'est ainsi que j'ai souvent observé des fossiles éocènes mélangés aux coquilles actuelles ; une étude approfondie des sables de la Manche permettrait peut-être de découvrir les terrains aux dépens desquels ils se sont formés.

Enfin, il faut noter qu'en certains points des mers oligocènes et miocènes les courants étaient peut-être violents et qu'ils empêchaient tout dépôt important de se produire ; on observe ainsi souvent, à l'époque actuelle, des lacunes dans la sédimentation (p. 197); le commandant Barré (5) a invoqué cette hypothèse pour expliquer l'absence de faluns au Nord de l'anticlinal de Dinan.

Nous répétons que, par contre, nos dragages ont ramené de nombreux échantillons éocènes.

Fig. 24. — Plaquette de calcaire éocène dont une face est couverte de Modioles et d'Algues calcaires. Longueur : 13 %. St. 390, au Sud-Ouest des Minquiers, à 39 m. de profondeur. (Cliché L. D.)

ÉOCÈNE

Parmi les échantillons, quelques-uns sont peut-être d'âge yprésien ; les autres appartiennent tous au Lutétien.

Examinons d'abord les données anciennes concernant l'extension de la mer, à l'Yprésien et au Lutétien, dans la région de la Manche et à son voisinage.

A l'Yprésien, la mer a déposé dans les environs de Royan, à l'embouchure de la Gironde, des sables et des calcaires contenant *Nummulites elegans-planulatus*, *Alveolina oblonga* (carte géologique, feuille n° 161, Saintes ; H. Douvillé, 84).

Sur la côte méridionale de Bretagne, j'ai signalé l'existence à Gâvre, près de Lorient, de calcaires glauconieux rejetés par la mer qui contiennent *Nummulites planulatus*, *N. Murchisoni Alveolina oblonga* (62, 63) ; d'autre part, dans la même région, j'ai trouvé en place des sables glauconieux et des calcaires appartenant sans doute à l'Yprésien ; ainsi, les sables de Locmalo, près de Gâvre, contiennent de nombreuses petites Nummulites (68 *bis*).

Il y a longtemps que des Nummulites ont été signalées dans les sables de la Manche occidentale : en 1857, Andrew a dragué au Sud des îles Scilly (222) du sable contenant de petites Nummulites appelées *Nummulina Ramondi* Defr. et *Nummulina Rouaulti* d'Arch. et Haime. De même, en 1859, Ansted a recueilli au large de Guernesey des Foraminifères fossiles parmi lesquels des Nummulites examinées plus tard, en 1876, par Rupert Jones et Parker (121) et appelées *Nummulina Prestwichiana* Jones, *N. Ramondi* Defr., *N. Rouaulti* d'Arch. et Haime.

A quelles espèces de la nomenclature actuelle correspondent ces Nummulites ? Si l'on se reporte aux travaux de Boussac (35), on voit que *Nummulina Ramondi* Defr. correspond à *Nummulites globulus* Leymerie, *Nummulina Prestwichiana* doit être appelée *Nummulites Orbignyi* Galeotti sp. et enfin *Nummulina Rouaulti* d'Arch. et Haime est la forme mégasphérique de *Nummulites aturicus* Joly et Leymerie. On peut se demander si les déterminations de ces

petites Nummulites, sans doute plus ou moins roulées, sont bien exactes ; il serait assez curieux de trouver réunies dans le gisement situé au large de Guernesey, *N. globulus*, qui se rencontre d'ordinaire dans l'Yprésien ou le Lutétien et *N. Orbignyi* du Bartonien.

Il est possible que certaines de ces petites Nummulites appartiennent à l'Yprésien et correspondent aux petites espèces qui abondent à Gâvre.

A l'île de Wight et d'une façon générale dans le bassin du Hampshire, l'Yprésien est représenté par des bancs marins auxquels succèdent des bancs continentaux ; les bancs marins («London clay ») comprennent à la base des graviers et galets de silex, puis des argiles sableuses contenant des *septarias* ; les principaux fossiles sont : *Ditrupa plana, Pholadomya margaritacea Modiola simplex*, etc. (220).

On sait que l'argile de Londres passe latéralement aux « sables de Cuise » du bassin de Paris, et à l' « argile plastique » avec veines de sables qui contient à la fois *Pholadomya margaritacea* et *Nummulites elegans-planulatus* (146).

Le long de la côte française de la Manche orientale, les dépôts yprésiens ne sont connus en place qu'à Sainte-Josse, au voisinage de l'embouchure de la Canche et de l'Authie ; il existe en cet endroit des sables qui surmontent le Sparnacien et qui ont été rapportés à l'Yprésien par Gosselet (105). Mais la mer yprésienne a laissé des traces de son passage sous forme de nappes de galets noirs remaniés dans le Quaternaire (148) ; ces galets s'observent, par exemple, à Varengeville, à Bolbec.

Dernièrement, M. Dubois, en examinant les échantillons d'un forage exécuté à Paris-Plage en 1903, a remarqué la présence, dans les dépôts quaternaires, de Nummulites silicifiées et roulées appartenant à l'espèce *N. elegans* Sow. ; d'après lui, ces Nummulites « proviennent, selon toute vraisemblance, d'importants dépôts démantelés de sables nummulitiques yprésiens, ayant couvert la région de Montreuil » (85).

Au Lutétien, la mer a déposé dans la Basse-Loire une série de couches marines qui sont surmontées par des couches lagunaires et lacustres : les couches marines comprennent de bas en haut : les grès calcarifères et les sables de la Banche, du Four, contenant *Nummulites Brongniarti* et de nombreux Echinides ; le calcaire coquillier d'Arthon ; le calcaire à Milioles et *Orbitolites complanatus* d'Arthon ; les sables coquilliers du Bois-Gouët, extrêmement riches en fossiles, parmi lesquels : *Orbitolites complanatus, Alveolina elongata, Ostrea subelongata, Plicatula elegans*, etc. L'âge des couches du Bois-Gouët a donné lieu à de nombreuses discussions : Vasseur les rangeait dans le Lutétien (215), Boussac dans l'Auversien (34) ; M. Abrard, dans une thèse récente (1), a repris entièrement la question en étudiant successivement les faunes de Foraminifères, de Polypiers et de Mollusques ; il écrit à ce propos : « Il n'y a donc aucune hésitation à avoir, l'étude des Mollusques conduit au même résultat que celle des Foraminifères, des Polypiers et des Echinides et il faut replacer dans le Lutétien les sables de Bois-Gouët ; ils sont probablement, comme je l'ai déjà dit, à la partie tout à fait supérieure de l'étage et sont l'équivalent marin du Lutétien supérieur lagunaire du bassin de Paris (Calcaire grossier supérieur) » (1, p. 342).

J'adopte ici cette manière de voir ; je considère comme lutétiens les dépôts éocènes du Cotentin et de la Basse-Loire et aussi, par analogie, les calcaires à Milioles dragués en Manche.

Au Nord-Ouest de la Basse-Loire, dans la région de Gâvre, s'observent de nombreux blocs de calcaires éocènes rejetés par la mer ; j'ai montré qu'ils provenaient d'affleurements sous-marins et qu'ils présentaient des faciès variés ; il existe, en particulier, des calcaires gris à *Nummulites Brongniarti, Alveolina elongata, Orbitolites complanatus* (63). Le gisement de Gâvre est donc intéressant pour montrer l'extension de la mer lutétienne du bassin d'Aquitaine vers la région de la Manche.

Dès 1859, quelques fossiles éocènes mélangés aux coquilles actuelles ont été dragués par Ansted au large de Guernesey : *Discorbina trochidiformis* Lmk., *Alveolina Boscii* Defr., etc. (121); quelques années plus tard, Gwyn Jeffreys a retrouvé des fossiles éocènes dans la même région : *Potamides tricarinatus* Lmk., *P. cinctus* Lmk., etc. ; ces fossiles n'étaient pas roulés : « the specimens in question had the same appearance as dead Shells of recent species ; one of them was in a most perfect state of preservation and evidently had not been rolled or transported to any distance from its original place of habitation » (121).

En 1881, Lebesconte a signalé l'existence de fossiles roulés du « Calcaire grossier » sur les plages de Granville, Paramé, Saint-Malo, Saint-Servan, Saint-Briac (140) ; il considérait ces fossiles comme provenant de gisements sous-marins ; il serait intéressant de renouveler ces observations et d'étudier l'origine de chaque gisement ; il est possible qu'une partie de ces échantillons aient été transportés par l'intermédiaire de l'homme.

Les dragages de l' « *Oithona* » ont ramené, à 38 milles au Sud d'Eddystone, un bloc anguleux et aplati de calcaire glauconieux contenant de nombreux Foraminifères parmi lesquels des Milioles (226, p. 156). A 10 milles au Nord de Roscoff, la région appelée par les pêcheurs « le Trou aux Raies » a fourni à plusieurs reprises, des roches éocènes : M. Lemoine y a trouvé, en 1906, un bloc contenant des débris de *Cerithium* (144) ; M. J. Bourcart en a rapporté des calcaires à *Nummulites nummiformis* Defr. (33) ; je pense que cette espèce correspond à la *N. Brongniarti* d'Arch. et Haime de la Basse-Loire et de Gâvre ; dans les collections de la Faculté des Sciences de Rennes, se trouve un échantillon provenant également du Trou aux Raies ; c'est un fragment de calcaire dur contenant de nombreuses Alvéolines.

En 1922, MM. Lemoine et Abrard ont pu signaler un bloc de calcaire éocène dragué par le « *Pourquoi-Pas ?* », en 1921, à l'Ouest des Roches Douvres : ce bloc contient *Alveolina granum festucae* Bosc., *var. elongata* d'Orb., connue également sous le nom de *Alveolina elongata* d'Orb (144).

En octobre 1922, j'ai recueilli, sur les grèves de Paramé, près de Saint-Malo, de nombreux petits fragments roulés et perforés de calcaire éocène fossilifère, évidemment rejetés par la mer (57); le calcaire contient des Milioles, des Alvéolines, *Orbitolites complanatus* ; il ressemble beaucoup à certains échantillons de calcaire à Milioles que nous avons dragués dans le golfe normano-breton. Par contre, je n'ai pas retrouvé d'échantillons analogues à ceux qui ont été signalés par Lebesconte.

Dans les sédiments de l'estuaire de la Rance, j'ai trouvé quelques Alvéolines mélangées aux coquilles actuelles. Nous verrons plus loin (p. 138) que les croisières suivantes du « *Pourquoi-Pas ?* » ont permis de recueillir de nombreux échantillons de calcaires éocènes dans la Manche occidentale, et d'affirmer que beaucoup de ces calcaires provenaient de gisements en place.

Examinons maintenant les gisements lutétiens qui sont situés tout autour de la Manche orientale, en commençant par ceux de l'île de Wight et en terminant par ceux du Cotentin.

Le Lutétien est bien représenté dans le bassin du Hampshire et à l'île de Wight : dans cette dernière région, il est facile à étudier aux deux extrémités de l'île, à Alun Bay et à Whitecliff Bay; il comprend surtout des sables argileux et glauconieux qui contiennent *Nummulites laevigatus-Lamarcki*, *Cardita planicosta*, etc. ; les fossiles sont souvent décalcifiés ; les sables semblent avoir été déposés à une profondeur assez faible, car ils contiennent des intercalations de lignite (220). Ils forment la zone inférieure des « Bracklesham Beds », la zone supérieure étant caractérisée par la présence de *Nummulites variolarius*.

De l'autre côté de la Manche, il faut aller assez loin de la côte pour trouver d'importants affleurements du Lutétien ; aux environs de Bruxelles et dans la région parisienne. Dans le dépar-

tement du Nord existent quelques affleurements isolés de sables à Nummulites, par exemple à Cassel. Au voisinage de la côte, on observe surtout des grès à *Nummulites laevigatus* remaniés dans le Quaternaire : à Port-le-Grand, Mareuil-Caubert, près d'Abbeville, à Bolbec, au Nord de l'estuaire de la Seine (145). Il existe au Musée géologique du Boulonnais des échantillons silicifiés et roulés de *N. laevigatus* qui ont été recueillis par Beaugrand dans le limon quaternaire des falaises de Boulogne et le docteur H.-E. Sauvage sur la plage du Touquet (Paris-Plage) (90) ; d'autre part, M. Dollfus a étudié les Nummulites de la plage de Berck (80). J'ai eu l'occasion d'excursionner dans cette région, sur la grève qui s'étend de Berck à Etaples et de recueillir parmi le sable actuel de nombreux échantillons de *N. laevigatus*, principalement au voisinage de Merlimont-Plage (61); ces Nummulites sont, en général, bien conservées et forment parfois de petits amas cimentés contenant des grains de quartz et de glauconie ; elles sont légèrement silicifiées. Elles indiquent l'existence d'un gisement sous-marin situé sans doute non loin de la côte.

Entre l'estuaire de la Seine et le Cotentin, s'observent encore quelques témoins du passage de la mer lutétienne ; la carte géologique (feuille nº 29, Caen) indique la présence de *N. leavigatus* « dans les alluvions résiduelles » près de Houlgate ; M. Bigot (19) a de même trouvé des échantillons appartenant à cette espèce dans la terrasse quaternaire de Saint-Aubin. Enfin, il est curieux de noter que Lyell (22) a signalé l'existence de Nummulites dans des poches de décalcification à Moutiers-en-Cinglais, au sud de Caen.

On trouve dans le Cotentin d'intéressants dépôts du Lutétien qui reposent directement sur le Sénonien, le Lias ou le Trias, aux environs de Fresville, Gourbesville, Orglandes; ces dépôts comprennent de bas en haut : un calcaire noduleux à Echinides, un calcaire sableux à *Orbitolites complanatus*, *Alveolina elongata*, Milioles, etc..., un calcaire grossier à Milioles et Cérithes.

Les calcaires éocènes du Cotentin, comme ceux de la Basse-Loire, sont rangés dans le Lutétien par M. René Abrard (1) ; cet auteur écrit à ce propos : « La faune de Mollusques de l'Eocène du Cotentin est très riche ... les affinités avec le Lutétien de la région parisienne sont très grandes : l'on compte 401 espèces communes ; elles sont réduites avec le Bartonien. Parmi les 401 espèces lutétiennes que l'on retrouve dans le Cotentin, on remarque un grand nombre de formes caractéristiques du Lutétien ; ceci joint à la présence de *Orbitolites complanatus* Lmk. et de *Alveolina elongata* Defr. permet d'affirmer que les couches éocènes du Cotentin sont bien lutétiennes et qu'on ne peut les rajeunir pour en faire du Bartonien inférieur (Auversien) ». D'après M. Abrard, la faune du Cotentin constitue un trait d'union entre celles du bassin de Saffré et du bassin de Paris, la communication s'étant faite évidemment sur l'emplacement de la Manche.

La plupart des géologues ont admis que la « trouée de la Manche » avait existé au Lutétien. Citons quelques lignes du traité de Haug à ce sujet (109, p. 1.457) : « Les faunes éocènes du Cotentin et de la Basse-Loire renferment, notamment parmi les Foraminifères, un certain nombre d'éléments méditerranéens qui n'ont pas pénétré dans le bassin de Paris sans doute parce qu'ils n'y rencontraient pas les conditions de température et de salure favorables à leur développement. Mais les affinités paléontologiques entre les gisements de l'Ouest et ceux du bassin anglo-parisien sont telles qu'il est nécessaire d'admettre une communication facile entre les deux régions. On verra plus tard que, sur le trajet direct qui aurait pu les réunir, se trouvaient des lacs ; dès lors, on est conduit à envisager la Manche actuelle comme le bras de mer par où les types méditerranéens pénétraient dans le bassin de Paris ».

La plupart des cartes paléogéographiques concernant le Lutétien portent l'indication d'un chenal sur l'emplacement de la Manche : il en est ainsi pour la carte du traité de de Lapparent (136, p. 1.440), celles de R.-H. Worth (226, p. 170), M. L. Bertrand (18 *bis*, p. 167), L. Dudley

Stamp (89, p. 268), etc. Mais avant les croisières du « *Pourquoi-Pas?* », on ne connaissait comme gisement en place, dans la Manche, que celui du Trou aux Raies, près de Roscoff.

Nous allons voir que l'hypothèse concernant la « trouée de la Manche » au Lutétien se trouve entièrement confirmée par nos recherches.

Les dragages ont fourni un grand nombre d'échantillons se rapportant à l'Eocène : ils seront étudiés dans l'ordre suivant : A. des Nummulites *(N. laevigatus* Lmk.*)* recueillies en de nombreux points de la Manche orientale — B. Des plaquettes de calcaire à Milioles (pl. V, p. 143), provenant de la Manche occidentale et principalement du golfe normano-breton — C. Des calcaires contenant des petites Nummulites — D. Des Foraminifères mélangés aux sédiments actuels.

A. — NUMMULITES LAEVIGATUS LMK (A)

Carte XI (p. 147)

Les nombreux échantillons de Nummulites draguées en Manche orientale semblent tous appartenir aux deux formes (A et B) de *Nummulites laevigatus* Lmk.

1. — amas importants

Pour les stations suivantes, les Nummulites sont abondantes et peuvent être considérées comme presque en place.

Station 404. — Au Sud-Ouest du Vergoyer, à 35 m. de profondeur. La drague ramène de nombreux échantillons en général peu roulés ; la forme B est dominante et représentée par des exemplaires de taille diverse ; on observe de petits amas de Nummulites A et B agglutinés avec de petits grains de quartz et de la glauconie, comme si le gisement primitif correspondait à un grès glauconieux ; plusieurs Nummulites sont éclatées.

Station 413. — Près de la Queue de la Bassure, à 37 m. de profondeur. Echantillons abondants mais parfois très usés ; la forme B est presque exclusivement représentée.

Station 543. — Dans la partie axiale de la Manche, à 46 m. de profondeur. Quelques Nummulites sont à l'état roulé, les autres sont bien conservées ; on observe une forme A pour 15 formes B environ ; beaucoup d'échantillons sont couverts de petites colonies délicates de Bryozoaires actuels.

Station 545. — Au Sud de Beachy Head, à 64 m. de profondeur. Echantillons nombreux et bien conservés ; on observe beaucoup d'exemplaires de grande taille de la forme B ; les Nummulites sont parfois couvertes de Bryozoaires, d'Algues calcaires, d'Hydrozoaires. Le gisement doit être assez localisé car les Nummulites n'étaient abondantes que dans une portion du sac de la drague.

2. — echantillons peu nombreux

Pour ces stations, les Nummulites ont été mises en évidence par le tamisage des sédiments actuels.

Station 405. — Au pied de la Bassure de Baas, à 30 m. de profondeur. Quelques échantillons assez roulés.

Station 411. — A l'Ouest de la Bassurelle, à 40 m. de profondeur. Après avoir tamisé 500 gr. de sédiments, j'ai recueilli quatre petites Nummulites (forme A).

Station 412. — Au milieu de la Manche orientale, à 45 m. de profondeur. Nummulites peu abondantes et assez roulées (formes A et B).

Station 546 — Au Sud de Brighton, à 57 m. de profondeur. Deux Nummulites paraissant appartenir à *N. laevigatus* B de petite taille ; exemplaires usés dont les loges sont pleines de glauconie.

Station 2.101. — Au Sud de Beachy Head, à 46 m. de profondeur. Quelques échantillons usés appartenant aux formes A et B.

B. — CALCAIRE A MILIOLES

Fig. 24, p. 134 et pl. V, p. 143

Les échantillons de calcaire à Milioles sont nombreux et de faciès assez variés ; la plupart contiennent *Alveolina elongata* d'Orb., *Orbitolites complanatus* Lmk., comme le calcaire à Milioles du Cotentin et les sables du Bois-Gouët ; je les considère comme appartenant au Lutétien.

1. — CALCAIRE A MILIOLES EN PLACE

Carte XI (p. 147)

Les échantillons suivants ont été considérés comme dragués en place ils sont nombreux et souvent de grande taille ; leur surface est couverte de Bryozoaires, d'Hydrozoaires, d'Algues calcaires, de tubes de Vers ; la plupart sont perforés par des Cliones ou des *Gastrochaena*.

Station 220. — Au large de la baie de Saint-Brieuc, à 25 m. de profondeur. La drague ramène de nombreuses plaquettes de calcaire blanchâtre dont plusieurs ont un diamètre supérieur à 15 ‰ ; une dizaine de fragments ont un diamètre voisin de 10 ‰ ; la plupart sont perforés par des Cliones ou des *Gastrochaena* ; leur surface est couverte de Bryozoaires, d'Hydrozoaires, d'Algues calcaires, de tubes de Vers. Ces échantillons contiennent des Milioles, des Alvéolines, *Orbitolites complanatus* Lmk. J'attribue avec doute au Lutétien un bloc de grès calcarifère jaunâtre perforé par des Annélides.

Station 224. — A l'Est des roches de Barnouic, à 45 m. de profondeur. Je recueille une dizaine de plaquettes calcaires dont quelques-unes sont remplies de perforations de Cliones ; leur surface est couverte de Bryozoaires et d'Algues calcaires ; un échantillon a fourni des Milioles, des Alvéolines, un Lamellibranche.

Station 233. — Au Sud de la Fosse centrale, à 78 m. de profondeur. Nombreuses plaquettes de calcaire jaunâtre dur dont la surface est perforée par des Cliones, des *Gastrochaena* ; quelques échantillons montrent des moules de Gastropodes.

Station 234. — Au voisinage de Barnouic, à 67 m. de profondeur. Nombreux blocs calcaires perforés par des *Gastrochaena* et contenant des Milioles, des moules de Gastropodes.

Station 265. — Au voisinage des Pierres de Lecq, à 30 m. de profondeur. Type de station prouvant nettement l'existence d'un affleurement de bancs calcaires : la drague ramène des plaquettes calcaires très nombreuses et très volumineuses de forme irrégulière ; un échantillon mesurant 16 ‰ de longueur ressemble à un fragment de banc (pl. V, fig. 3, p. 143) ; sept échantillons mesurent plus de 10 ‰ de longueur et 35 autres plus de 4 ‰. Les blocs sont perforés par des Cliones (pl. VI, fig. 3, p. 191) et des Saxicaves et leur surface est couverte d'Hydrozoaires, d'Eponges, de tubes de Serpules. Les fossiles observés sont des Milioles, *Alveolina elongata*, *Orbitolites complanatus*, de nombreux Gastropodes et Lamellibranches (*Turritella*, *Arca*, *Cardium*) à l'état de moules ; un petit échantillon très friable se montre pétri d'Alvéolines et riche en grains de quartz. La vase

coquillière recueillie à cette station contient des Alvéolines mélangées à des débris organiques actuels. L'attaque à l'acide laisse un résidu très faible : un premier examen ne montre pas de moules glauconieux.

Station 390. — Au Sud-Ouest des Minquiers, à 39 m. de profondeur. Une vingtaine de plaquettes de calcaire dont la plus grande a 13 ‰ de longueur (fig. 24). Les échantillons ont la surface couverte de Modioles, d'Algues calcaires, de touffes d'Hydrozoaires ; ils montrent des perforations de Saxicaves, de *Gastrochaena* ; ils présentent un faciès à Lamellibranches et un faciès falunien fin.

Station 422. — A l'Ouest de Jersey, à 45 m. de profondeur. La drague ramène de très nombreuses plaquettes calcaires, souvent volumineuses (dimensions de la plus grande : 25 ‰ × 20 × 5) ; beaucoup atteignent 15 ‰ de longueur ; leur surface est encroûtée par des Bryozoaires, des Hydrozoaires, des Hermelles agglutinant des graviers, des Arches. On observe à l'intérieur des échantillons de Cliones, de Vers, de *Gastrochaena* : les trous de perforants sont remplis de débris coquilliers actuels et de vase. J'ai recueilli des fragments calcaires de taille diverse provenant de la désagrégation de plaquettes volumineuses, ce qui montre bien le rôle important joué par les animaux rongeurs de calcaire. La roche est pétrie de fossiles : Milioles, Alvéolines, *Orbitolites complanatus*, *Planorbis*, *Ostrea*, moules nombreux de Lamellibranches et de Gastropodes ; on observe des débris de test nacré de Lamellibranches. La présence d'un Planorbe, sans doute amené par les courants, semble indiquer que le dépôt s'est formé non loin du rivage ; certaines plaquettes contiennent de nombreux grains de quartz.

Station 1.041. — Au Nord de l'île de Batz, à 80 m. de profondeur. Une dizaine de plaquettes calcaire perforées par des Cliones : quelques-unes dépassent 12 ‰ de diamètre ; la roche est tendre et se brise facilement à la main ; le faciès le plus commun est représenté par un falun fin contenant de nombreuses Milioles, des piquants d'Oursins, de petits Gastropodes, *Alveolina elongata*, *Orbitolites complanatus*. L'attaque à l'acide laisse un faible résidu montrant quelques moules glauconieux peu nets et souvent ferrugineux.

Station 2.030. — Au Sud de Guernesey, à 55 m. de profondeur. Plusieurs plaquettes de calcaire pétri de Milioles et contenant *Alveolina elongata*, *Orbitolites complanatus* ; les échantillons sont perforés par des Cliones et des Saxicaves (pl. V, fig. 1, p. 143).

Station 2.032. — A l'Est de Jersey, à 22 m. de profondeur. Un gros bloc de calcaire perforé et couvert de Bryozoaires et de Balanes (poids : 1 kg. 500) ; il contient des Milioles, *Orbitolites complanatus*, des Alvéolines, parmi lesquelles *Alveolina elongata* et de nombreux moules de Lamellibranches ; plusieurs petits galets de calcaire à Milioles.

Station 2.036. — Au Nord des Pierres de Lecq, à 31 m. de profondeur. Nombreuses plaquettes perforées de calcaire à Milioles contenant des Algues calcaires.

2. — CALCAIRE A MILIOLES PEU ABONDANT

Les stations suivantes ont fourni des plaquettes peu nombreuses qui ne peuvent pas être considérées comme en place ; cependant, dans certains cas, le gisement d'où elles proviennent ne doit pas être très éloigné du point de dragage, car le calcaire est trop friable pour avoir pu subir un long transport. Quelques échantillons sont tellement rongés par les animaux perforants qu'ils ressemblent à une masse spongieuse calcaire et les fossiles qu'ils contiennent ne sont plus reconnaissables : ils semblent appartenir cependant au calcaire à Milioles.

Station 33. — Au Sud-Ouest des Minquiers, à 35 m. de profondeur. Une plaquette de calcaire perforée par des Cliones et couverte d'Algues calcaires ; un autre échantillon ressemblant à un falun pulvérulent contient, d'après M. le docteur Allix : *Biloculina, Spiroloculina, Quinqueloculina, Fissurina, Dentalina, Rotalina, Rosalina.* Ce faciès ressemble à celui qui a été observé à la station 1.041.

Station 38. — Plusieurs plaquettes calcaires contenant de nombreuses Milioles, *Orbitolites complanatus.*

Station 59. — A l'Ouest des Roches Douvres, à 60 m. de profondeur. MM. Lemoine et Abrard (144) ont signalé la présence « d'un bloc de petite taille non roulé d'un calcaire blanc avec *Lithothamnium* et nombreux Foraminifères, parmi lesquels M. H. Douvillé a reconnu : *Alveolina granum festucae* Bosc. var. *elongata,* espèce du Cotentin et de Bois-Gouët ».

Station 225. — Idem, à 69 m. de profondeur. Deux petits fragments de calcaire à Milioles perforés par des Cliones et couverts de Bryozoaires.

Station 227. — Dans la Fosse centrale, à 80 m. de profondeur. Un échantillon de calcaire à Alvéolines couvert de Bryozoaires (dimension : 6 $\frac{c}{m}$).

Station 231. — Au Nord de la Fosse centrale, à 80 m. de profondeur. Dix fragments de calcaire jaunâtre dont l'un gros comme le poing montre de petits galets brunâtres et porte à sa surface des colonies de Bryozoaires, un Polypier ; un échantillon siliceux très blanc ; une plaquette montre sur une face polie de nombreuses Milioles bourrées de glauconie ; l'attaque à l'acide libère des grains de glauconie simples ou composés et de nombreux moules verts de Foraminifères, de Bryozoaires.

Station 237. — Au Sud-Est d'Eddystone, à 73 m. de profondeur. Quelques petits fragments perforés en tous sens de calcaire ressemblant à du calcaire éocène.

Station 238. — Au Sud d'Eddystone, à 75 m. de profondeur. Un petit échantillon de calcaire à Foraminifères rongé par des Cliones.

Station 259. — Au Nord de la pointe de Barfleur, à 43 m. de profondeur. Un galet de calcaire à Milioles ; échantillon contenant beaucoup de grains de quartz et des moules de Gastropodes et de Lamellibranches ; l'attaque à l'acide libère de nombreux grains de glauconie de forme quelconque ayant à peu près la taille des grains de quartz ; un premier examen ne montre pas de moules glauconieux nets.

Station 388. — Au Sud-Est de Guernesey, à 53 m. de profondeur. Plusieurs plaquettes de calcaire perforées par des Cliones, des Saxicaves, des Annélides (pl. V, fig. 4, p. 143) ; les petits fragments sont arrondis et ressemblent à des galets. Les fossiles observés sont des Milioles, des Alvéolines ; un fragment de calcaire blanc très dur contient des moules de Gastropodes ; l'attaque à l'acide laisse un résidu très faible ; un premier examen ne permet pas d'observer de moules glauconieux.

Station 405. — Au pied de la Bassure de Baas, à 30 m. de profondeur. Un petit fragment de calcaire glauconieux ; exemplaires roulés de *Turritella, Natica, Dentalium* dont l'attribution au Lutétien est douteuse.

Station 423. — Au Nord-Ouest des Minquiers, à 40 m. de profondeur. Un échantillon de calcaire jaunâtre perforé par des Cliones.

Station 424. — Au Sud-Ouest des Minquiers, à 31 m. de profondeur. Plusieurs petits fragments de calcaire encroûtés par des Algues calcaires.

EXPLICATION DE LA PLANCHE V

Calcaires a Milioles

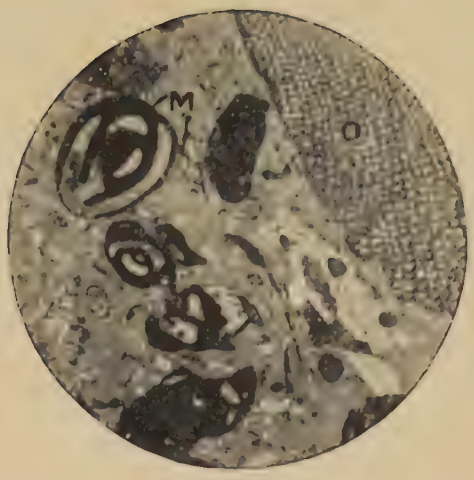
Fig. 1. — Calcaire éocène. Face polie, montrant les perforations. La plupart des points blancs représentent des Foraminifères. Longueur : 10 %. St. 2.030, au Sud de Guernesey, à 55 m. de profondeur. Cliché L. D.

Fig. 2. — Coupe de calcaire à Milioles : M. Miliole ; O. *Orbitolites complanatus*. St. 265, au voisinage des Pierres de Lecq, à 30 m. de profondeur (grossissement × 16 diam.). Cliché Henri Ragot E. Paris.

Fig. 3. — Plaquettes de calcaire éocène rongées par les animaux perforants. Longueur de l'échantillon de gauche : 16 %. St. 265, au voisinage des Pierres de Lecq, à 30 m. de profondeur. Cliché L. D.

Fig. 4. — Echantillons de calcaire éocène rongés par des Cliones. Le plus petit est arrondi. Longueur de l'échantillon de gauche : 9 %. St. 388, au Sud-Est de Guernesey, à 53 m. de profondeur. Cliché L. D.

1



2

3

4

Station 543. — Dans la partie axiale de la Manche, à 46 m. de profondeur. La drague ramène, en même temps que des Nummulites étudiées précédemment, de nombreuses plaquettes de calcaire glauconieux perforées par des *Gastrochaena*, des Cliones et couvertes d'Algues calcaires : un échantillon montre après polissage de nombreuses Milioles.

Station 546. — Au Sud de Brighton, à 57 m. de profondeur. Une plaquette de calcaire glauconieux contenant des Milioles, des Alvéolines, *Orbitolites complanatus* ; les loges de ces Foraminifères sont remplies de glauconie ; on observe, en outre, dans la roche de gros grains de glauconie.

Station 2.001. — Au voisinage du plateau du Gaston-Rivier, à 70 m. de profondeur. Plusieurs petits fragments de calcaire blanc à Milioles ; les échantillons sont rongés par les Cliones et présentent une forme plus ou moins roulée.

Station 2.002. — Sur le plateau du Gaston-Rivier, à 50 m. de profondeur. Cinq petits cailloux roulés et perforés de calcaire éocène.

Station 2.003. — Idem, à 51 m. de profondeur. Un petit fragment de calcaire éocène.

Station 2.006. — Au Nord de l'île de Batz, à 75 m. de profondeur. Une vingtaine de petits fragments (dimensions moyennes : 2 à 3 %) de calcaire falunien fin contenant des Milioles, des débris de Bryozoaires.

Station 2.008. — Au Nord des roches de Porsal, à 99 m. de profondeur. Quelques graviers de calcaire éocène.

Station 2.013. — Au Nord-Est du banc Parsons, à 120 m. de profondeur. Graviers de calcaire brun patinés contenant des Bryozoaires.

Station 2.027. — Au Nord du banc Shamrock, à 135 m. de profondeur. Deux petits fragments de calcaire glauconieux et gréseux contenant des Bryozoaires.

Station 2.031. — A l'Est de Jersey, à 24 m. de profondeur. Nombreux petits échantillons perforés de calcaire contenant des Milioles, des débris de Bryozoaires, *Orbitolites complanatus*.

Station 2.034. — A l'Est de Jersey, à 22 m. de profondeur. Graviers de calcaire éocène.

C. — CALCAIRE A NUMMULITES

Les échantillons suivants contiennent de petites Nummulites indéterminées ; leur âge est énigmatique ; ils se rapportent peut-être à l'Yprésien.

Station 2.007. — Au Nord de Pontusval, à 100 m. de profondeur. La drague ramène un bloc de calcaire gros comme le poing, perforé par des Cliones : la roche est blanche, un peu jaune sur les bords, d'aspect cristallin ; sur une face polie on observe plusieurs petites Nummulites globuleuses et d'autres Foraminifères.

Station 2.017. — Au Sud d'Ouessant, à 110 m. de profondeur. Je recueille une douzaine de petits fragments perforés de calcaire jaunâtre contenant de petites Nummulites.

D. — FORAMINIFÈRES MÉLANGÉS AUX SÉDIMENTS ACTUELS

Je signale ici, à titre documentaire, des échantillons indéterminés de Foraminifères, parmi lesquels de petites Nummulites ; beaucoup peuvent avoir été entraînés par les courants à une

grande distance de leur gisement ; cependant, quelques-uns d'entre eux indiquent peut-être la proximité d'un affleurement éocène.

Il serait donc intéressant de recommencer des dragages au voisinage des stations qui les ont fournis.

Station 390. — Au Sud-Ouest des Minquiers, à 39 m. de profondeur. Une petite Nummulite indéterminée.

Station 501. — A l'entrée occidentale de la Manche, à 105 m. de profondeur. Une petite Nummulite indéterminée.

Station 527. — A l'entrée occidentale de la Manche, à 91 m. de profondeur. Une petite Nummulite recueillie par M. le docteur Lacroix en triant des sédiments que je lui avais envoyés.

Stations 526, 527, 528, 529. — Petits Foraminifères rotaliformes recueillis par M. le docteur Lacroix ; ils appartiennent peut-être à l'Eocène.

Station 2.017. — Au Sud d'Ouessant, à 110 m. de profondeur. J'ai observé après tamisage du sédiment de nombreuses petites Nummulites usées et parfois fragmentées ; quelques-unes montrent des grains de glauconie à l'intérieur des loges ou adhérant à leur surface.

Station 2.017 *bis*. — Au Sud d'Ouessant, à 110 m. de profondeur. Mêmes Nummulites qu'à la station précédente.

Station 2.027. — Au Nord du banc Shamrock, à 135 m. de profondeur. Nombreuses petites Nummulites roulées et usées, quelques-unes fragmentées (diamètre moyen : 4 à 5 $\frac{m}{m}$) ; un exemplaire fendu par la moitié montre les loges moulées par la glauconie ; il possède deux loges centrales de même taille.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Carte XI (p. 147)

Nous avons dragué en quelques points, principalement au Sud d'Ouessant (st. 2.017) et à l'entrée de la Manche occidentale (st. 501, 527, 2.007) de petites Nummulites roulées et des calcaires contenant de petites Nummulites indéterminées. Il est possible que ces échantillons appartiennent à l'Yprésien et soient comparables aux calcaires à nombreuses petites Nummulites de Gâvre. Il en est peut-être de même pour les petites Nummulites recueillies par Ansted au Sud des îles Scilly (voir p. 134).

Dans cette hypothèse, la mer pyrésienne dont les dépôts sont connus en place aux environs de Lorient, aurait pénétré dans la région de la Manche occidentale, rejoignant sans doute la mer qui occupait le bassin du Hampshire et de l'île de Wight. *Nummulites planulatus*, espèce du bassin d'Aquitaine, est connue à Royan, à l'embouchure de la Gironde, à Gâvre près de Lorient, et dans le bassin anglo-franco-belge ; elle a dû pénétrer dans cette dernière région par la « trouée de la Manche ».

Les autres échantillons éocènes se rapportent au Lutétien ; ils comprennent des amas de *Nummulites laevigatus* et des calcaires à Milioles.

Les Nummulites recueillies étaient mélangées aux sables actuels et beaucoup devaient se trouver à la partie supérieure de ces sables, car elles montrent à leur surface des colonies de Bryozoaires et d'Hydrozoaires ; il est donc impossible d'affirmer qu'elles soient absolument en place ; mais dans certains cas (1. — Amas importants, p. 138), elles sont nombreuses, bien

conservées, agglomérées en petits amas qui contiennent des grains de quartz et de glauconie et elles semblent bien provenir d'affleurements démantelés relativement proches.

Leur mode de gisement rappelle celui des grès à Nummulites plus ou moins remaniés, étudiés par M. Leriche dans le bassin franco-belge.

Les amas de *N. laevigatus* ont été trouvés seulement dans la Manche orientale, entre la région de l'estuaire de la Somme et l'île de Wight : *ils indiquent l'emplacement des communications qui ont existé, au Lutétien, entre le bassin franco-belge et celui du Hampshire et de l'île de Wight.* Ces Nummulites ont-elles existé en d'autres points de la Manche? Rappelons qu'elles ont été trouvées, à l'état remanié, à Houlgate et à Saint-Aubin.

Il est possible que *N. laevigatus*, comme d'autres espèces, ait émigré du bassin d'Aquitaine et pénétré dans le bassin anglo-franco-belge par la Manche occidentale où l'on retrouvera peut-être plus tard des traces de son passage.

Il faut remarquer que cette espèce qui, dans le bassin de Paris, ne se rencontre que dans le Lutétien inférieur, existe au contraire dans tout le Lutétien de l'île de Wight.

Les calcaires à Milioles montrent plusieurs faciès, parmi lesquels le plus commun correspond à un calcaire blanc ou jaunâtre, assez dur, contenant *Alveolina elongata* d'Orb., *Orbitolites complatanus* Lmk, et de nombreuses Milioles ; les Lamellibranches et les Gastropodes sont parfois assez nombreux (st. 265, 422) ; quelques échantillons de calcaires contiennent beaucoup de grains de quartz visibles à l'œil nu (st. 422) ; les fragments qui ont été dragués dans la Manche orientale sont riches en galuconie (st. 543, 546) ; à la station 1.041 on a trouvé un falun très fin composé presque entièrement de débris organiques.

Ces calcaires sont comparables aux dépôts de la Basse-Loire, de Gâvre, du Cotentin qui contiennent *Alveolina elongata* d'Orb., *Orbitolites complanatus* Lmk. Je les rapporte donc au Lutétien, sans chercher d'ailleurs à préciser le niveau puisque les termes de comparaison sont encore incomplètement étudiés.

Les gisements en place sont localisés dans la Manche occidentale : au nord de Roscoff, à l'Ouest des Roches Douvres et surtout dans la région des îles anglo-normandes ; d'autres gisements moins importants existent au Sud-Est d'Eddystone, au voisinage de la Fosse centrale et jusqu'en Manche orientale où des calcaires à Milioles ont été dragués en même temps que des échantillons de *Nummulites laevigatus*.

Il semble bien que, pendant le Lutétien, la mer ait occupé plus ou moins complètement l'emplacement de la Manche actuelle, établissant ainsi des communications, plus ou moins faciles aux différentes époques, entre le bassin d'Aquitaine et le bassin anglo-franco-belge : *les espèces méridionales pouvaient émigrer vers le nord et se répandre dans les régions où elles trouvaient des conditions favorables* ; *Nummulites Brongniarti* est connue dans la Basse-Loire, à Gâvre, et a pénétré dans la Manche jusqu'au nord de Roscoff ; *Alveolina elongata, Orbitolites complanatus* se rencontrent dans la Basse-Loire et à Gâvre ; ces deux espèces ont pullulé dans la Manche occidentale et dans le Cotentin, mais elles n'existent pas à l'île de Wight.

Il est intéressant d'insister sur *l'abondance des gisements de calcaire à Milioles dans le golfe normano-breton* ; l'aspect que présentait cette région au Lutétien devait ressembler à celui qu'elle présente actuellement : en effet, les îles anglo-normandes d'alors étaient entourées par la mer, comme le prouve l'existence d'affleurements lutétiens entre Jersey et la côte du Cotentin. C'est là un fait qu'on ne soupçonnait même pas. *La dépression du golfe normano-breton existait donc déjà à l'Eocène* : il en était peut-être de même de ses dépendances actuelles, la baie de Saint-Brieuc et celle du Mont-Saint-Michel. Au Sud de la Bretagne se trouvaient d'autres dépressions : celle de la Basse-Loire, celle du bassin du Blavet déjà envahi à l'Yprésien et occupé de nouveau

Ateliers Blondel la Rougery Paris

CARTE XI

par la mer lutétienne. *On est ainsi conduit à admettre l'origine très ancienne des dépressions périphériques de la Bretagne* : il y aurait lieu, dans chaque cas particulier, de chercher à vérifier cette hypothèse par des dragages.

Je terminerai par quelques remarques. Il reste certainement à trouver beaucoup de témoins éocènes sous-marins. Les couches lutétiennes ont dû être autrefois très variées et très étendues : ainsi au Nord de Roscoff, on a signalé à la fois des calcaires à Nummulites (J. Bourcart), des calcaires à Cérithes (P. Lemoine) et des calcaires à Milioles divers (L. Dangeard) ; à la station 405 nous avons dragué des Nummulites, des calcaires glauconieux et des exemplaires roulés de *Turritella*, *Natica* ; mais d'une part, les dépôts meubles ont été dispersés par les courants, d'autre part, les calcaires ont été en partie détruits à l'affleurement par les organismes perforants.

Le désagrégation des dépôts glauconieux éocènes a dû libérer une grande quantité de grains de glauconie, ce qui explique en partie l'abondance de ce minéral à l'état de grains dans les sédiments actuels de la Manche. Je reviendrai sur cette question dans la partie océanographique du travail (p. 209).

CHAPITRE VII

Quaternaire

Les formations quaternaires du fond de la Manche sont nombreuses et variées ; on ne doit pas s'en étonner, puisque les falaises de cette région montrent fréquemment des dépôts quaternaires importants.

La classification des terrains quaternaires a donné lieu à de multiples discussions ; certains auteurs classent ces terrains d'après les faunes de Vertébrés, d'autres d'après la succession des phénomènes glaciaires, l'évolution des industries humaines, etc... Les travaux de MM. Depéret, de Lamothe, Gignoux, Dubois et d'autres géologues, tendent à faire adopter une classification fondée sur l'étude des terrasses marines et des faunes d'Invertébrés qu'elles contiennent. On sait que pendant le Quaternaire se sont produites de nombreuses variations relatives du niveau de la mer et des continents ; ces *oscillations* peuvent être expliquées par l'existence de *variations eustatiques* du niveau marin combinées avec des *mouvements épéirogéniques* de la terre ferme ; les variations eustatiques semblent bien en rapport avec les glaciations ; d'après certains auteurs, les périodes glaciaires correspondent aux périodes de retrait de la mer ; c'est ainsi que M. Dubois écrit à ce propos (88, p. 857) : « J'ai montré, en outre, après d'autres, mais par des arguments nouveaux, que les avancées glaciaires correspondaient aux phases négatives des oscillations atlantiques des lignes de rivage, les reculs glaciaires étaient au contraire synchroniques des phases transgressives ou positives des mêmes oscillations ». M. Depéret a défini, pour la région méditerranéenne, 4 étages du Quaternaire correspondant à 4 terrasses marines emboîtées les unes dans les autres (76, 77) ; chaque étage comprend une *période de creusement* suivie d'une *période de remblaiement* pendant laquelle la ligne de rivage a atteint une altitude qui sert de repère ; l'ensemble de ces deux périodes forme ce que l'on appelle un « cycle de remblaiement sédimentaire complet ». Ces quatre étages sont les suivants : *Sicilien*, terrasse de 90-100 m. — *Milazzien*, terrasse de 55-60 m. — *Tyrrhénien*, terrasse de 28-30 m. — *Monastirien*, terrasse de 18-20 m. ; selon M. Depéret, ils correspondent aux quatre glaciations gunzienne, mindélienne, rissienne et würmienne définies dans les régions austro-alpines.

Des terrasses analogues aux terrasses méditerranéennes ont été retrouvées partiellement sur plus de 4.000 kms. de côtes atlantiques (Sénégal, Mauritanie, Maroc, Gibraltar, Portugal) ; on en connaît également depuis longtemps dans la Manche. Pour cette dernière région, les recherches de M. Barrois et de M. Dubois (87) ont abouti à la création d'un dernier étage, le *Flandrien*, qui est représenté par un cycle sédimentaire complet et par des terrasses marines dont l'altitude maxima dépasse seulement de quelques mètres le niveau actuel de la mer.

J'examinerai rapidement quelles sont les principales formations quaternaires des côtes de la Manche. Parmi ces formations, les unes sont marines et correspondent à des terrasses étagées à différentes hauteurs au-dessus du niveau de la mer ; les autres sont continentales,

Les *terrasses marines* les plus élevées sont incomplètement connues et n'ont pas fourni de documents paléontologiques ; les terrasses monastiriennes et flandriennes, au contraire, ont donné lieu à des études approfondies.

Sicilien. — Le général DE LAMOTHE (134) a signalé l'existence de plates-formes dont l'altitude est voisine de 100 m. ; au cap de la Hève, la plate-forme est couverte de sables qui contiennent de petits graviers de quartz blancs très roulés.

Milazzien. — D'après le général DE LAMOTHE (134), on trouve en plusieurs points des côtes de la Manche des plates-formes d'abrasion « souvent couvertes de galets très roulés », s'élevant à une altitude de 55 à 60 m. ; par exemple, la plate-forme du sémaphore de Querqueville, près de Cherbourg.

Tyrrhénien. — Près d'Abbeville, à l'embouchure de la Somme, existe un plateau sableux d'origine marine, dont l'altitude atteint 32 à 33 m. ; des plates-formes correspondant à peu près à ce niveau ont été retrouvées près de Lessay dans le Cotentin, près de Dinan au bord de la Rance, etc... (134).

Dans la région de Portsmouth, près de l'île de Wight, on a signalé l'existence d'une terrasse de 100 pieds (le « pied » anglais équivaut à 0 m. 305), limitée du côté opposé à la mer par un reste de falaise (164).

Monastirien. — Les terrasses attribuables au Monastirien sont très nombreuses. La célèbre terrasse de Sangatte, près de Calais, étudiée autrefois par PRESTWICH, est formée de sables marins et de galets qui contiennent une faune sensiblement identique à la faune actuelle ; l'altitude de la ligne de rivage est un peu inférieure à + 20 m. (87) ; cette terrasse a fourni quelques galets de granite, dont le transport a été effectué par les *glaces flottantes*.

Dans la Somme, il faut citer les sables marins de Menchecourt, à *Corbicula fluminalis*, dont le sommet est situé à environ + 11 m.

Les terrasses monastiriennes de Normandie ont été étudiées par M. BIGOT (19,25) ; la terrasse de Saint-Aubin a fourni une faune de Mollusques ; elle ne s'élève qu'à quelques mètres au-dessus du niveau des hautes mers. Dans la Hague, les terrasses marines de cette époque sont nombreuses, mais elles ne contiennent pas de fossiles et les dépôts marins y sont rarement conservés ; elles montrent une plate-forme de dénudation marine « accolée à une ancienne falaise » et « donnent à la topographie de la région littorale une physionomie caractéristique » (BIGOT, 25) ; à Jerd'heux, les dépôts marins atteignent 1 m. à 1 m. 20 d'épaisseur et sont formés de gros galets ; ces terrasses contiennent souvent à leur base des *blocs exotiques* transportés par les glaces flottantes.

M. BARROIS a figuré sur les cartes géologiques de la Bretagne l'emplacement de nombreuses alluvions marines anciennes qui semblent correspondre, pour la plupart, à des terrasses monastiriennes : par exemple, les couches marines du Mont-Dol, les cordons de galets surélevés de la baie de Saint-Brieuc, etc... ; les galets anciens de Binic s'élèvent en falaise à plusieurs mètres au-dessus du niveau de la haute mer ; en avant de la falaise, la plate-forme marine actuelle correspond à l'ancienne plate-forme d'abrasion marine, presque partout dégagée de ses dépôts ; en quelques points seulement existent encore des amas de galets anciens cimentés.

En Angleterre, les terrasses attribuables au Monastirien sont fréquentes ; dans la région de Portsmouth, on a signalé l'existence d'une terrasse de 50 pieds, couverte de dépôts marins et limitée par une ancienne falaise (164) ; à l'île de Wight, se trouve, près de Bembridge, une terrasse remarquable par son extension et par ses galets qui atteignent une épaisseur de 6 à 7 m. à la pointe de Foreland. Dans le Devon et le Cornwall, les terrasses sont très nombreuses et les plates-formes d'abrasion marine anciennes sont généralement bien conservées.

Flandrien. — Cet étage a fait l'objet d'une thèse récente de M. Dubois (87) ; dans le Nord de la France, les principales couches marines observables sont des galets, des graviers et des sables situés à peu près au niveau actuel de la mer ; près de Calais se trouve, par exemple, le « cordon littoral des Pierrettes ». Ces terrasses flandriennes ont fourni de nombreuses roches exotiques bien conservées, transportées par les glaces flottantes.

En Bretagne, les plus remarquables des dépôts marins flandriens sont les sables coquilliers de l'épi de Cherrueix qui limite au Nord le « marais de Dol » ; la faune de Mollusques provenant de cet épi a été étudiée par M. Dubois (87).

Les *formations continentales* du Quaternaire consistent principalement, le long des côtes de la Manche, en blocs anguleux, limons variés, tourbes et argiles submergées ; elles surmontent les dépôts marins ou, au contraire, sont recouvertes par eux ; on peut les classer, avec plus ou moins de facilité, dans les étages dont il vient d'être question. Voici quelques-unes de ces formations continentales :

Les galets et les sables marins de la « plage suspendue » monastirienne de Sangatte sont surmontés par des « éboulis » crayeux et des limons qui ont fourni des restes d'*Elephas primigenius* ; ces dépôts continentaux se sont formés, en partie, pendant la régression post-monastirienne.

La coupe de la falaise de Sangatte se retrouve, d'une façon générale, sur toute la côte méridionale de l'Angleterre. En 1892, Prestwich (170) a publié une remarquable étude des formations marines et continentales quaternaires de cette côte ; presque partout on peut observer que les « raised beaches » contenant des blocs exotiques sont recouverts par des blocs anguleux (« Head » des géologues anglais ou « Rubble Drift ») et des limons (« Brickearth ») ; le terme de « Rubble Drift » a été choisi pour distinguer ces dépôts du vrai « Drift » glaciaire du reste de l'Angleterre. Ces formations continentales ont fourni en plusieurs points *Elephas primigenius*.

Les géologues anglais ont montré depuis longtemps que le « head » de la côte méridionale était formé de roches locales descendues le long des pentes : à l'Est, les blocs comprennent de la craie et des silex, à l'Ouest, des roches primaires ; *ces dépôts, considérés souvent comme de simples éboulis des pentes, sont plutôt comparables, en général, aux coulées pierreuses qui se produisent dans certaines régions froides* ; on en connaît par exemple dans les contrées septentrionales (Spitzberg) ou en montagne (parc national suisse, 42 *bis*) ; ces phénomènes de coulée ont été désignés sous le nom de *solifluxion*.

En Normandie et en Bretagne, les terrasses monastiriennes se montrent de même surmontées par du « Head » et des limons ; le « head » est formé de roches primaires anguleuses descendues plus ou moins loin de la falaise ; ces dépôts ont fourni au Mont-Dol de nombreux ossements de Mammifères, parmi lesquels *Elephas primigenius* (192). M. Barrois a montré (9) qu'au moment où les limons se sont déposés en Bretagne, la ligne de rivage se trouvait à une altitude inférieure d'au moins 25 m. à celle du rivage actuel.

Enfin des tourbes et des argiles d'eau douce submergées ont été signalées en de nombreux points des côtes anglaise et française ; elles doivent être, pour la plupart, attribuées au Flandrien (87).

Les glaciations successives du Quaternaire ont-elles affecté la région de la Manche ? On admet généralement qu'au moment du « maximum de glaciation » la glace n'a pas dépassé la région limitée par une ligne joignant l'embouchure de la Tamise au canal de Bristol ; l' « argile à blocaux » ne s'observe plus au Sud de la Tamise. Cependant, parmi les blocs exotiques situés entre Brighton et Selsey Bill, C. Reid (175) a signalé l'existence d'une *roche striée* ; selon lui les

stries sont dues au frottement des glaces flottantes ; il écrit à ce propos : « The striated erratic found at Selsey must not be taken as evidence of occurence of glaciers on the shores of the English Channel for everything points to the agency of shore ice and frost alone ». Barrow (13) a signalé la présence, aux îles Scilly, de cailloux striés dont le transport est dû à l'action des glaces flottantes ; pour le même auteur, la formation du limon témoigne du froid qui régnait alors dans la région : ce dépôt représenterait, en effet « the very fine material set free by the action of frost and blown directly from the bare granite surface ». A mon avis, certains limons représentent des coulées boueuses, c'est-à-dire les éléments fins du « head ». De même le « head » s'est accumulé pendant une période froide ; Clement Reid en rend compte de la façon suivante (179) : « The angular rubble drift or head wich overlies the raised beach suggest the recurrence of arctic conditions during the reign of wich the rocks where shattered by frost and the material transported down gentle slopes in a way suggesting the agency of snow slopes and rapid thaws ».

Une carte de M. Boule, parue dans son ouvrage sur les Hommes fossiles (32 *bis*, p. 35), montre bien quel devait être, pendant la période glaciaire la plus importante, l'état de la Manche par rapport aux autres régions : à cette époque, la plus grande partie de l'Angleterre et toute l'Irlande étaient occupées par les glaces, l'Islande était entourée par la banquise, tandis que la Manche et une partie de l'Atlantique Nord étaient sillonnées par des glaces flottantes.

J'ai attribué au Quaternaire un certain nombre de formations sous-marines qui se distinguent nettement des sédiments actuels et qui se composent de blocs ou de galets que les courants sont incapables de déplacer. Elles peuvent être classées en trois catégories :

A. — Blocs de roches primaires transportés par les glaces flottantes.

B. — Galets de silex.

C. — Silex éclatés et patinés.

Fig. 25. — Bloc anguleux de roche primaire, transporté par les glaces flottantes, couvert de colonies encroûtantes de Bryozoaires. Hauteur : 16 cm. 5. St. 2.038, au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur (Cl. L. D.)

A. — BLOCS DE ROCHES PRIMAIRES TRANSPORTÉS PAR LES GLACES FLOTTANTES.

J'étudie ici les amas formés de roches primaires transportées par les glaces flottantes ; ils comprennent un mélange de roches cristallines et sédimentaires à l'état de blocs souvent volumineux, couverts d'animaux (fig. 25) ; ces blocs ne peuvent être confondus avec des galets transportés du rivage par les courants ou avec des pierres de délestage ; j'ai surtout tenu compte des stations effectuées à une grande distance du rivage (plus de 10 milles) et à une grande profondeur (plus de 30 mètres).

1. — Blocs très abondants

Carte XII (p. 165)

Les stations suivantes ont fourni généralement plus de 50 échantillons de roches primaires variées ; quelques-unes ont ramené plus de 200 kg. de blocs de toute taille.

Station 214. — Au Nord de la Fosse centrale, à 63 m. de profondeur. La drague ramène de gros blocs de roches sédimentaires et cristallines dont l'un atteint la taille d'un pavé ; la plupart des échantillons dépassent 10 ‰ de longueur ; ils sont généralement arrondis sur les bords ; quelques-uns ont la forme de galets bien roulés, tandis que d'autres sont anguleux ; on peut exprimer cette proportion de la façon suivante : sur un total de 10 échantillons on trouve 1 roche anguleuse, 7 roches arrondies, 2 galets. Les roches observées sont les suivantes : grès nombreux, grès arkosique rose, roches porphyriques, roches granitoïdes.

Station 216. — Au Nord-Est de la baie Sainte-Catherine à Jersey, à 20 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines nombreuses (500 kg. environ) ; roches anguleuses (14), roches arrondies (8), galets (1); un échantillon mesure 18 ‰ de longueur et pèse 650 gr. ; les blocs ont la surface couverte de tubes d'Hermelles et d'Algues calcaires ; grès feldspathiques rosés, quartzites gris, roches granitoïdes, porphyre rouge de Jersey.

Station 225. — à l'Ouest des Roches Douvres, à 69 m. de profondeur. La drague a travaillé durement ; la lame de tôle et une partie du sac sont arrachés ; elle ramène 200 kg. environ de roches sédimentaires et cristallines (poids observés : 1.700 gr., 450 gr.) ; roches anguleuses (2), roches arrondies (7), galets (1) ; un échantillon fendillé, très anguleux ; schistes noirs en plaquettes ; grès du type d'Erquy, calcaire sombre, grès blanc, plaquettes de gneiss blanchâtre fibreux, micaschiste.

Station 235. — Au Sud d'Eddystone, à 78 m. de profondeur. Roches primaires nombreuses et variées. Plusieurs variétés de grès, un énorme bloc de roche granitoïde pesant 25 kilos et mesurant $32\ ^{c}/_{m} \times 27 \times 17$.

Station 248. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Roches nombreuses et volumineuses généralement arrondies, souvent bien roulées ; roches sédimentaires et cristallines très variées ; un bloc de grès fin jaunâtre pesant 2 kg. 700 est couvert de Balanes et de Flustres. Grès nombreux, grès fin rosé, quartzite sombre, schiste noir légèrement micacé, diabase ; il est intéressant de noter la présence d'un échantillon de porphyre rouge analogue au porphyre de Jersey.

Station 249. — Au Nord de Cherbourg, à 53 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines nombreuses et variées (poids observés : 1.350 gr., 680 gr., 640 gr., 590 gr.) ; roches anguleuses (3), roches arrondies (5), galets (2) ; les échantillons sont couverts de tubes d'Hermelles, de Modioles, de Balanes; grès feldspathiques nombreux, schiste noir, quartz, roches granitoïdes.

Station 255. — Au large du cap d'Antifer, à 27 m. de profondeur. Une dizaine de blocs aux bords généralement arrondis ; un échantillon de grès feldspathique blanchâtre, couvert de Bryozoaires arborescents, pèse environ 5 kg. 700 ; plusieurs autres fragments de grès, roches cristallines variées, roche porphyrique rouge.

Station 258. — A l'Ouest de la pointe de Barfleur, à 32 m. de profondeur. Roches cristallines et sédimentaires couvertes de Balanes, de tubes de Serpules qui forment des croûtes épaisses de plusieurs centimètres (poids observés : 620 gr.) ; roches anguleuses (3), roches arrondies (4), galets (4) ; grès fin jaunâtre, phyllades, schistes métamorphiques, roches granitoïdes à grain fin, gneiss.

Station 260. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines nombreuses et variées ; les petits échantillons sont bien arrondis ; un bloc de grès grossier jaunâtre, couvert de tubes d'Hermelles et de Balanes, pèse 2 kg. 500 ; un bloc de grès blanc à grain fin pèse 1 kg. 350 ; grès feldspathiques nombreux.

Station 385. — Au large de la côte septentrionale de Bretagne, à 108 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines variées, bien arrondies ; un bloc de grès jaunâtre pesant environ 600 gr. ; un galet de granulite à tourmaline.

Station 388. — Au Sud-Est de Guernesey, à 53 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines nombreuses et variées ; lames de schiste vert, blocs de grès feldspathique grossier.

Station 389. — A l'Ouest des Minquiers, à 38 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines variées ; le poids de plusieurs blocs dépasse 1 kg. ; les échantillons sont couverts de tubes d'Hermelles et de Bryozoaires ; mélange de roches anguleuses et de roches roulées ; gneiss, porphyre.

Station 398. — Au Nord de la pointe de Barfleur, à 64 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines nombreuses et variées, souvent volumineuses (dimensions : $15\ ^{c}/_{m} \times 12 \times 6$, $12 \times 10 \times 6$) ; grandes lames de schiste séréciteux analogue à celui d'Urville, grès gris et rouge, grès feldspathique, porphyres nombreux.

Station 501. — A l'entrée occidentale de la Manche, à 105 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines nombreuses, souvent volumineuses, couvertes de Bryozoaires, trois échantillons atteignent la grosseur de la tête ; les formes arrondies dominent ; grès rose analogue à celui d'Erquy, roche pegmatoïde rose, roches cristallines très variées.

Station 524. — Au Sud-Est de Penzance, à 80 m. de profondeur. Echantillons nombreux et volumineux de roches primaires couvertes de Balanes, de Polypiers (dimensions : 25 ‰ × 25 × 12, 27 × 11 × 18) ; certains blocs présentent des surfaces planes analogues à celles de *blocs glaciaires*, mais on n'y observe pas de stries ; un bloc allongé de roche amplibolitique montre ainsi deux faces planes qui se raccordent par une surface courbe polie ; l'aplatissement est perpendiculaire à la stratification de la roche ; un énorme échantillon de roche gneissique montre une surface plane presque lisse ; les blocs sont de nature très variée : roches prophyriques, roches vertes, grès micacé.

Station 526. — A l'entrée occidentale de la Manche, à 97 m. de profondeur. Nombreux échantillons de roches primaires couvertes de Bryozoaires, de Polypiers, de tubes de Vers ; roches cristallines très variées ; un bloc de quartzite gris extrêmement dur rappelant certains faciès de l'Ordovicien inférieur.

Station 528. — Près de la Roche-Blanche, à 92 m. de profondeur. Nombreux blocs de roches primaires couvertes de Bryozoaires, d'Hydrozoaires, de tubes de Vers, la plupart ont les bords arrondis ; un échantillon mesure 20 ‰ de diamètre ; granite sombre à grain fin ; roche gneissique blanche, grès gris.

Station 529. — Au Nord de l'île Vierge, à 95 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines nombreuses ; un échantillon atteint la grosseur de la tête.

Station 533. — A l'entrée occidentale de la Manche, à 105 m. de profondeur. Quelques échantillons de roches primaires, aux bords arrondis, couverts de colonies épaisses de Bryozoaires ; un bloc pesant 1 kg. 150 ; roches sédimentaires et cristallines, grès rose.

Station 2.004. — Au Nord du plateau des Triagoz, à 82 m. de profondeur. Au premier coup de drague, le filet a été déchiré sur le fond ; le deuxième dragage ramène des échantillons nombreux et variés de roches primaires ; beaucoup de blocs sont plus gros que le poing ; les formes sont arrondies ou anguleuses ; grès feldspathique rose en plaquettes, grès blanc, roche gneissique à grain fin.

Station 2.005. — Au large de la côte de Roscoff, à 91 m. de profondeur. Au premier coup de drague le filet est déchiré ; le deuxième dragage ramène de nombreux blocs de roches primaires ; échantillons arrondis ou anguleux, couverts de Bryozoaires, de tubes de Vers ; grès feldspathique analogue à celui d'Erquy, gneiss de couleur claire.

Station 2.006. — Au Nord de l'île de Batz, à 75 m. de profondeur. Roches paléozoïques très nombreuses dont quelques-unes sont très volumineuses : une grande plaque de gneiss mesure 38 ‰ × 30 × 6 (autres dimensions observées : 15 ‰ × 12 × 11, 10 ½ × 8 × 7) ; on remarque quelques échantillons pourvus d'arêtes tranchantes, mais aussi beaucoup de galets ; certains blocs montrent par places une couleur noire (couche d'*oxyde de manganèse* ?) ; roches cristallines extrêmement variées : roches granitoïdes, gneiss, diabase.

Station 2.008. — Au Nord des roches de Porsal, à 99 m. de profondeur. La drague a travaillé très durement : échantillons nombreux et volumineux (poids observés : 25 kg., 12 kg.) ; les blocs ont, en général, des formes arrondies ; un échantillon pesant 610 gr. montre deux faces parallèles usées et polies (actions glaciaires ?) ; roches cristallines très variées, roches gneissiques, porphyres.

Station 2.010. — Au Nord d'Ouessant, à 108 m. de profondeur. Au premier coup de drague, le sac est déchiré ; le deuxième dragage ramène des roches primaires nombreuses et variées en échantillons plutôt arrondis ; porphyres nombreux.

Station 2.025. — Au voisinage du banc Shamrock, à 150 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines nombreuses et variées ; échantillons généralement arrondis ; un bloc pesant 3 kg. 200 ; grès rouges, quartzite sombre ; nombreux fragments de grès blanc rappelant le grès armoricain, arkose grossière, r. granitoïdes, porphyre.

Station 2.028. — A l'entrée de la Manche occidentale, à 102 m. de profondeur. Grosses pierres couvertes de Polypiers, d'Hydrozoaires ; ces blocs se trouvaient à moitié enfouis dans du sable coquillier ; deux échantillons atteignent la grosseur de la tête ; roches cristallines variées, granite porphyroïde.

Station 2.033. — A l'Est de Jersey, à 22 m. de profondeur. Echantillons volumineux couverts de Bryozoaires, de Balanes, de tubes de Serpules, d'Hermelles ; un bloc parallélépipédique de grès gris rappelant le grès armoricain, pesant 5 kg. 200.

2. — Blocs abondants

Les stations suivantes ont fourni environ de 10 à 50 échantillons de roches primaires.

Station 33. — Au Sud-Ouest des Minquiers, à 35 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines variées ; roches anguleuses (1), roches arrondies (2), galets (7) ; les blocs sont couverts d'Algues calcaires, de Bryozoaires, de tubes d'Hermelles ; grès nombreux, en particulier les grès feldspathiques, roches porphyriques, roches granitoïdes.

Station 40. — Au Sud de Guernesey, à 63 m. de profondeur. Roches primaires nombreuses (poids observés : 680 gr., 660 gr., 480 gr.) ; roches anguleuses (1), roches arrondies (2), galets (7) : un bloc de quartz d'aspect bréchique mesurant 12 c/m × 10 × 7, roches granitoïdes, grès nombreux, grès feldspathique blanchâtre, grès rose.

Station 48. — Blocs arrondis de roches cristallines diverses ; un échantillon pesant 1 kg. 800.

Station 56. — Au large des Triagoz, à 75 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines variées ; roches arrondies (8), galets (2) ; un échantillon pesant 1 kg. 200 ; grès nombreux, granite à mica noir, à feldspath blanc et rose ; ce dernier échantillon est en partie désagrégé et se brise à la main.

Station 57. — Au large des Triagoz, à 80 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines variées : un échantillon pesant plus de 6 kg. et mesurant 25 c/m × 20 × 15 (roche porphyrique rouge) ; roches anguleuses (1), roches arrondies (1), galets (8) ; grès variés, roche pegmatoïde, diabases.

Station 217. — Au Sud-Ouest de Jersey, à 40 m. de profondeur. Blocs volumineux couverts de Bryozoaires ; roches anguleuses (4), roches arrondies (4), galets (2) ; cette station est remarquable par l'abondance relative des roches anguleuses (poids observés : 1 kg. 235, 0,905, 0,845) ; un échantillon pesant 565 gr. présente des faces planes analogues à celles de blocs glaciaires : grès nombreux, grès feldspathique blanchâtre, grès rose, roches cristallines variées.

Stations 220-221. — Au large de la baie de Saint-Brieuc, à 25 m. de profondeur. Pierres nombreuses et volumineuses ; plusieurs échantillons dépassent la grosseur de la tête ; un bloc de grès jaunâtre grossier mesure 25 c/m de longueur ; cette station a fourni de nombreux échantillons de grès feldspathiques type d'Erquy et de schistes rouges tendres : on a recueilli, en outre, des roches sédimentaires et cristallines variées dont quelques-unes sont très anguleuses : calcaire bleuâtre fendillé, porphyres rouge et vert, granite.

Station 227. — Dans la Fosse centrale, à 80 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines variées, couvertes de Bryozoaires, de tubes d'Hermelles ; un échantillon pesant 650 gr. ; roches arrondies (3), galets (7), quartzite gris très dur, grès fin argileux.

Station 228. — A l'Est du cap Lizard, à 75 m. de profondeur. Gros blocs de roches cristallines ; un échantillon pesant 2 kg. 800 ; micaschiste.

Station 231. — Au Nord de la Fosse centrale, à 80 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines variées ; roches anguleuses (1), roches arrondies (3), galets (6) (poids observés : 520 gr., 395, 335) ; grès grossier, grès fin blanchâtre, quartz.

Station 232. — Au voisinage de la Fosse centrale, à 88 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines variées (poids observés : 1 kg. 380, 1,035) : une lame de schiste micacé, roche cristalline sombre.

Station 234. — Au voisinage de Barnouic, à 67 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines nombreuses et variées, dont quelques-unes sont très volumineuses (poids observés : 3 kg. 700, 0,700, 9,360) ; roches anguleuses (1), roches arrondies (4), galets (5); grès feldspathiques nombreux, grès gris, gros bloc arrondi de roche granitoïde s'écaillant en surface, porphyre rouge.

Station 244. — Au Sud de Portland, à 50 m. de profondeur. Petits échantillons de roches primaires variées ; grès blanc micacé, grauwacque verdâtre, schiste noir, porphyre rouge ; ces roches semblent bien provenir de la région des îles anglo-normandes.

Station 262. — Au large de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines nombreuses et variées ; roches anguleuses (1), roches arrondies (3), galets (6) (poids observés : 770 gr., 620, 395) ; grès argileux micacé, quartzites gris, schiste noir fin très dur, roche granitoïde rose ; un bloc de calcaire crinoïdique, sans doute dévonien.

Station 264. — Au Sud-Est de Serck, à 53 m. de profondeur. Roches primaires variées (poids observés : 690 gr., 469) ; roches anguleuses (5), roches arrondies (5) ; la proportion des roches anguleuses est relativement forte ; un échantillon montre une arête tranchante ; grès variés, porphyre rouge.

Station 265. — Au voisinage des Pierres de Lecq, à 30 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines nombreuses et variées ; échantillon généralement anguleux ; un bloc anguleux pesant 820 gr. ; quartzite rouge, grès micacé, roche granitoïde.

Station 390. — Au Sud-Ouest des Minquiers, à 39 m. de profondeur. Roches primaires nombreuses et volumineuses ; une demi-douzaine de blocs ont une longueur supérieure à 10 c/m ; grès rouge, grès blanc ressemblant au grès armoricain, roches granitoïdes.

Station 391. — Au Nord des Roches Douvres, à 59 m. de profondeur. Echantillons volumineux et généralement arrondis ; roches sédimentaires et cristallines variées ; grès feldspathique, granite à amphibole.

Station 397. — Dans la région centrale de la Manche, à 60 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines nombreuses et variées ; plusieurs blocs dépassent 10 c/m de longueur ; grès quartziteux rouge, fragment anguleux de granite à surface patinée brune (14 c/m).

Station 407. — Dans le Creux de Lobourg, à 45 m. de profondeur. Fragments de roches primaires relativement nombreux parmi les pierres et les graviers ; les échantillons sont arrondis et couverts de Bryozoaires et de tubes de Serpules; l'un d'eux pèse 110 gr.; grès gris psammitique, roches cristallines.

Station 416. — Dans la partie axiale de la Manche, à 79 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines nombreuses et variées ; roches arrondies (2), galets (8) (dimensions observées : 12 c/m × 9 × 3, poids : 410 gr.) ; grès, granite jaunâtre, porphyre rouge.

Station 417. — Au Nord de Cherbourg, à 65 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines nombreuses et variées ; un échantillon présente une face polie curieuse ; roches anguleuses (1), roches arrondies (2), galets (7) ; grès divers, porphyres rouges nombreux.

Station 419. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Nombreux blocs de roches primaires encroûtés par des Modioles et des Hermelles ; échantillons arrondis.

Station 516. — Idem. Nombreux blocs de roches primaires couverts de Modioles; grès rose ; roches cristallines variées.

Station 530. — A l'entrée occidentale de la Manche, à 96 m. de profondeur. Roches primaires nombreuses ; échantillons arrondis couverts de Bryozoaires et de tubes d'Hermelles ; grès feldspathique, grès fin jaunâtre, granite.

Station 1.041. — Au Nord de l'île de Batz, à 80 m. de profondeur. Roches sédimentaires nombreuses et variées ; échantillons aux bords arrondis présentant l'aspect de galets inachevés ; une plaquette de 16 ‰ de longueur pesant 280 gr. ; amphibolite, porphyre rose, granite porphyroïde rose.

Station 1.094. — Au large des Triagoz, à 82 m. de profondeur. Echantillons nombreux et volumineux de roches primaires variées ; blocs de forme arrondie couverts de Bryozoaires arborescents, de tubes de Serpules, d'Eponges. Un échantillon pesant 3 kg. 100 ; grès rosé, grès gris, granite porphyroïde.

Station 2.007. — Au Nord de Pontusval, à 100 m. de profondeur. Roches primaires nombreuses et variées ; un bloc pèse plus de 2 kg. ; échantillons arrondis ; granulite se désagrégeant facilement, gneiss.

Station 2.011. — A l'entrée de la Manche occidentale, à 110 m. de profondeur. Roches sédimentaires et cristallines nombreuses et variées ; échantillons arrondis couverts de tubes de Vers et de Polypiers ; granite à grain fin, grès blanc montrant des enduits ferrugineux, rappelant le grès armoricain.

Station 2.030. — Au Sud de Guernesey, à 55 m. de profondeur. Roches primaires nombreuses et variées ; quelques échantillons sont anguleux ; grès calcaire bleuâtre, roches cristallines.

Station 2.035. — A l'Est de Jersey, à 20 m. de profondeur. Roches primaires nombreuses et variées ; quartzites, grès blanchâtre rappelant le grès armoricain, roches cristallines.

Station 2.037. — A l'Est de Serck, à 37 m. de profondeur. Roches primaires nombreuses et variées, parmi lesquelles beaucoup de schistes verts, du calcaire dévonien.

Station 2.038. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Roches primaires nombreuses et variées couvertes de Modioles, de Balanes et d'Hermelles formant une croûte épaisse ; quelques blocs anguleux (fig. 25) ; un échantillon pesant 1 kg. 255 ; arkose, quartzite.

Station 2.039. — Au Nord de Cherbourg à 65 m. de profondeur. Roches primaires nombreuses et variées ; leur surface balayée par les graviers actuels est dépourvue de bios.

Station 2.102. — Au Nord-Ouest de Boulogne, à 48 m. de profondeur. Six échantillons de roches primaires dont quelques-uns sont grands comme la main.

3. — Blocs peu abondants

Ces stations ont fourni, en général, moins de 10 échantillons de roches primaires.

Station 245. — Au Sud de Kimeridge, à 48 m. de profondeur. Echantillons petits et arrondis de roches primaires variées ; grès sombres, quartzite, roches cristallines.

Station 252. — Dans la partie axiale de la Manche, à 50 m. de profondeur. Graviers de roches primaires assez nombreux ; un galet de schiste noir micacé très dur, pesant 90 gr.

Station 393. — Au Sud-Ouest de Wight, à 35 m. de profondeur. Quelques graviers de roches primaires.

Station 394. — Au Sud de Wight, à 40 m. de profondeur. Quelques échantillons de roches primaires ; petites pierres arrondies pesant de 20 à 50 gr. ; grès jaunâtre, roches cristallines.

Station 395. — Dans la région centrale de la Manche, à 85 m. de profondeur. Quelques échantillons bien arrondis de roches primaires, l'un d'eux pèse 350 gr. et mesure : 11 c/m × 8 × 3 ; grès jaunâtre tendre, grès psammitique, roches cristallines.

Station 400. — Dans la baie de Seine, à 38 m. de profondeur. Quelques échantillons de roches primaires ; un bloc anguleux pesant 510 gr. couvert de tubes de Serpules.

Station 401. — Au Nord de Saint-Aubin, à 19 m. de profondeur. Quelques roches primaires couvertes de Balanes ; échantillons bien arrondis ; l'un d'eux pèse 390 gr. ; quartz, roches cristallines.

Station 405. — Au pied de la Bassure de Baas, à 30 m. de profondeur. Quelques petits échantillons de roches primaires.

Station 406. — Au large de Boulogne, à 30 m. de profondeur. Un fragment anguleux de roche métamorphique pesant environ 140 gr.

Station 412. — au milieu de la Manche orientale, à 45 m. de profondeur. Quelques fragments anguleux de roches primaires ; une plaquette de grès grossier mesurant 11 c/m de longueur, roches cristallines.

Station 413. — Près de la Queue de la Bassure, à 37 m. de profondeur. Quelques petits fragments de roches primaires.

Station 503. — A l'Ouest des Sorlingues, à 108 m. de profondeur. Deux échantillons de roches primaires ; grès rosé, quartzite gris.

Station 522. — Au Sud-Est de Lizard, à 80 m. de profondeur. Quelques petits échantillons de roches primaires ; grès variés, roches granitoïdes.

Station 525. — Au Sud de Lizard, à 90 m. de profondeur. Quelques échantillons de roches cristallines couvertes de Bryozoaires.

Station 527. — A l'entrée occidentale de la Manche, à 91 m. de profondeur. Quelques petits échantillons de roches primaires.

Station 534. — A l'extrémité occidentale de la Fosse centrale, à 84 m. de profondeur. Quelques échantillons arrondis de roches primaires couverts de Bryozoaires, d'Eponges ; un bloc pesant 250 gr.

Station 539. — Au Nord de Bernières, à 23 m. de profondeur. Petits échantillons arrondis de roches primaires ; quartzite, schiste noir.

Station 545. — Au Sud de Beachy Head, à 64 m. de profondeur. Un bloc anguleux de roche primaire pesant 600 gr. couvert de Bryozoaires et de tubes de Serpules.

Station 547. — Dans le prolongement oriental de la Fosse centrale, à 65 m. de profondeur. Quelques petits échantillons arrondis de roches primaires ; le plus gros pèse 145 gr. ; grès jaunâtre, roches cristallines.

Station 2.009. — Au Nord d'Ouessant, à 108 m. de profondeur. Quelques roches primaires; petits échantillons arrondis ; granite porphyroïde pesant 345 gr.

Station 2.012. — A l'entrée de la Manche occidentale, à 110 m. de profondeur. Quelques échantillons petits et arrondis de roches primaires ; roche granitoïde, grès rouge.

Station 2.024. — A l'Ouest du banc Shamrock, à 160 m. de profondeur. Petits échantillons de roches primaires ; quelques blocs sont anguleux : un fragment de quartz gros comme le poing, grès blanc rappelant le grès armoricain.

Station 2.032. — A l'Est de Jersey, à 22 m. de profondeur. Quelques blocs arrondis de roches primaires ; grès arkosique, calcaire crinoïdique.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX. COMPARAISONS ET CONCLUSIONS

Cartes XII et XIII (p. 165 et 167)

Les observations faites sur les blocs de roches primaires peuvent être résumées de la façon suivante :

Dimensions et poids. — Les blocs recueillis ont un diamètre variant depuis quelques centimètres jusqu'à plus de 30 ‰ ; j'ai observé les dimensions suivantes : 38-32-27-25-15-14-12 ‰, etc. ; il est certain que si l'ouverture de la drague avait été plus grande, nous aurions recueilli des blocs encore plus volumineux. Le poids des échantillons varie depuis quelques centaines de grammes jusqu'à 25 kg. ; j'ai noté les poids suivants : 25 kg.-12 kg.-6 kg.-5 kg. 700-3 kg. 700-3 kg.-2 kg. 700-2 kg.-1 kg. 800-1 kg. 380-1 kg. 200, etc.

A la station 501, nous avons dragué, par 105 m. de fond, 23 échantillons dont 3 atteignaient la grosseur de la tête ; dans cette région, les sédiments actuels sont composés de sable coquillier ; les courants de surface ne dépassent guère 2 nœuds 5 ; les courants de fond doivent être encore plus faibles ; ils sont donc incapables de transporter d'aussi gros blocs jusqu'à un point situé à 40 milles du rivage.

Aussi est-il vraisemblable d'admettre que l'accumulation de ces blocs est ancienne et que leur transport est dû aux glaces flottantes.

Abondance des échantillons. — Les listes fournies plus haut ne donnent qu'une faible idée de l'abondance des échantillons ; je n'ai ramené au laboratoire qu'une petite partie des blocs dragués et ces blocs ont été choisis parmi les moins encombrants.

Certains coups de drague ont fourni plus de 200 *kg. d'échantillons.*

Il est facile de se rendre compte, d'après les chocs de la drague (p. 42), que dans beaucoup de régions le fond est absolument couvert de pierres.

Forme. — La présence de roches anguleuses (fig. 25, p. 153) est un argument en faveur de l'hypothèse du transport par les glaces : si ces roches avaient été transportées sur le fond par les courants actuels jusqu'à une grande distance du rivage, elles auraient perdu leurs arêtes vives ; or, la plupart des stations, même celles qui sont les plus éloignées de la côte, ont fourni 10 à 20 % de roches anguleuses; la proportion observée habituellement sur 10 échantillons est la suivante : roches anguleuses (1), roches arrondies (3), galets (6). Les roches arrondies représentent des blocs qui ont subi un commencement de transformation en galet ou des échantillons de roches cristallines décomposées en boules.

Quelques stations ont fourni une proportion plus forte d'éléments anguleux, par exemple, la station 249 : roches anguleuses (3), roches arrondies (5), galets (2) ; certains dragages ont même ramené 50 à 60 % de roches anguleuses ; dans ce cas, il faut voir si l'on ne se trouve pas au voisinage d'un gisement de roches primaires ; ainsi, la station 264 a fourni une forte proportion de roches anguleuses, mais ces dernières comprennent surtout des schistes verts qui indiquent la proximité d'un affleurement du Briovérien.

La présence d'éléments arrondis et de galets parmi les blocs, peut être expliquée de la façon suivante : *les glaces qui ont servi au transport ont dû se former le long du rivage ou dans les estuaires* ; elles ont emprisonné les éléments des cordons littoraux qui comprennent généralement un mélange de galets, de roches arrondies et de roches anguleuses ; la proportion de ces différents éléments varie beaucoup suivant les conditions locales ; en certains points, les cordons littoraux ne contiennent guère que des galets ; ailleurs, les roches anguleuses qui proviennent des éboulis de falaise sont abondantes. En Bretagne, par exemple, les éléments anguleux existent parfois en très forte proportion, lorsque le cordon littoral est formé aux dépens de certaines formations quaternaires ; ainsi le remaniement du « head » (p. 151) donne des traînées de blocs qui sont souvent trop volumineux pour pouvoir être roulés par les courants côtiers ; il en est ainsi dans la baie de Saint-Brieuc, dans l'anse des Bas-Sablons au Nord du Conquet (fig. 25 *bis*, p. 161) et en beaucoup d'autres points de la côte bretonne.

Fig. 25 *bis.* — Mélange de blocs arrondis et de blocs anguleux provenant du remaniement du « head ». Anse des Bas-Sablons, au Nord du Conquet (Finistère). (Cliché L. D.)

Bios fixé, position des blocs sur le fond. — La plupart des roches recueillies sont couvertes d'animaux variés ou d'Algues calcaires ; ces dernières n'existent que pour des profondeurs inférieures à 30 m. : la présence du bios fixé prouve l'immobilité des blocs. A la station 248, par exemple, on observe des Hydrozoaires arborescents, des Eponges et des Balanes ; à la station 1.041, les roches sont presque entièrement couvertes de Bryozoaires ; certains dragages ont fourni des échantillons qui présentaient à leur surface une croûte épaisse formée par des Hermelles ; les blocs devaient se trouver cimentés par ces tubes de Vers formant une couche plus ou moins continue. Suivant les cas, les blocs sont posés à la surface du sable, entassés les uns sur les

autres, ou partiellement enfouis dans les sédiments actuels ; ce dernier cas est très net à la station 2.028 par exemple : les échantillons recueillis ne montrent d'animaux fixés qu'à la partie supérieure qui émergeait seule au-dessus du sable coquillier.

Ces observations prouvent que l'accumulation de ces blocs ne date pas de l'époque actuelle. — De même lorsqu'on observe sur les côtes bretonnes des champs de blocs couverts d'animaux et d'Algues, on peut penser qu'ils datent du Quaternaire ; évidemment, il ne faut pas oublier que des roches transportées par les vagues ou les courants actuels dans une zone calme sont vite recouverts de bios et imitent ainsi des *blocs fossiles* ; mais, par suite du recul de la côte et du remaniement des formations quaternaires, il existe en Bretagne de nombreux amas de blocs soit au niveau de la haute mer (p. 161), soit à un niveau inférieur et, dans ce cas, les roches sont couvertes d'animaux ou d'Algues ; ces amas sont restés presque sur place et la mer se borne actuellement à disperser les petits échantillons et à les transformer en galets, tandis que les plus gros subissent peu de modifications. Je citerai, par exemple, les champs de blocs qui existent aux îles Chausey, à Roscoff, etc.

Actions subglaciaires ? — Nous avons vu que la Manche de l'époque quaternaire était comparable à une *région subglaciale* (p. 48) comme Terre-Neuve. Il serait intéressant de rechercher les traces d'actions qu'on pourrait appeler subglaciaires.

Faut-il attribuer à l'action du froid l'altération de certaines roches ? J'ai recueilli à la station 234 un granite pourri dont la surface s'écaille facilement, à la station 526 une roche granitoïde presque transformée en arène, à la station 2.007 une granulite altérée dont il est facile de détacher des fragments avec la main. Je signale ces faits, simplement à titre d'indications. Il faut remarquer que la plupart des échantillons recueillis montrent, au contraire, un grand état de fraîcheur comparable à celui des blocs d'un cordon littoral actuel.

Certaines roches présentent une forme curieuse rappelant celle de galets polis par les glaces ; elles possèdent des faces planes usées et polies, quelquefois perpendiculaires à la stratification : je citerai à cet égard quelques blocs dragués aux stations 217, 417, 524, 2.004 ; j'ai recueilli au Sillon de Talbert, près de Paimpol, des échantillons montrant cette forme d'usure et ce polissage.

Je n'ai d'ailleurs jamais observé de stries glaciaires sur des blocs provenant du fond de la Manche et ces remarques sont seulement destinées à attirer l'attention sur cette question. Il *faut noter que les Anglais ont trouvé des roches striées à Selsey et aux Scilly* (p. 110).

Nature géologique et origine. — Les blocs sont formés d'un mélange de roches sédimentaires et cristallines très variées ; pour la plupart des stations, on peut observer au moins une douzaine de types lithologiques différents ; les roches les plus fréquentes sont les suivantes : grès blanc ou jaunâtre analogue au grès armoricain, grès feldspathique jaune ou rose comparable à celui d'Erquy ou de Normandie, porphyres rouges et verts rappelant ceux de Jersey ou du Trégorrois; de même les différentes variétés de granite, de diabases, de gneiss ressemblent à celles qui affleurent sur la côte normande ou bretonne ; mais il est bon de remarquer que beaucoup de ces types lithologiques s'observent aussi dans le Devon et le Cornwall et il faudrait une étude comparée de toutes ces roches pour pouvoir rechercher avec succès l'origine précise des blocs du fond de la Manche.

Ce mélange de roches très variées peut être comparé à celui qu'on trouve dans certains cordons littoraux quaternaires ; la terrasse de Kerguillé, près de Dinan, décrite par M. Barrois (7) contient : 1° des fragments anguleux de schistes tombés de la falaise ; 2° des galets de grès armoricains qui

peuvent avoir été apportés d'une région voisine par les courants ; 3° des galets de porphyres, de diorites, de gneiss qui viennent du bassin de la Manche et qui ont été transportés par les glaces flottantes. Dans les cordons littoraux flandriens du Nord de la France, étudiés récemment en détail par M. Dubois (86, 87), on peut distinguer de même : *des roches locales, des roches régionales* et *des roches exotiques* ; voici par exemple quels sont les échantillons qui se rencontrent à Bel-Air, près d'Etaples : des galets de craie et de silex provenant des affleurements voisins, des grès ferrugineux analogues aux roussards wealdiens de la région et, enfin, des roches primaires variées amenées sans doute de Bretagne et de Normandie par les glaces flottantes.

Comparaisons. — Il est intéressant de passer en revue un certain nombre de faits qui ont été observés en dehors de la Manche et dans la Manche, à propos de la question des glaces flottantes quaternaires. Beaucoup de ces faits ont été signalés dans le chapitre I (p. 10).

Dans l'Atlantique des amas de roches semblables à ceux de la Manche ont été observés en de nombreux points. La station 95 du « *Michael Sars* », située à 230 milles au Sud-Ouest de l'Irlande, est remarquable à ce point de vue ; elle a fourni un mélange de roches cristallines et sédimentaires, de roches striées par les glaces et de galets bien roulés ; selon Peach et Horne (166, p. 205) : « of special interest is the evidence pointing to the conclusion that the rock fragments from this station must have been transported by floating ice during some phase of the glacial period ». Des faits analogues ont été observés pendant les croisières du « *Triton* », du « *Knight Errant* » (166, p. 207, 208).

En Méditerranée nous n'avons pas dragué de blocs ressemblant à ceux de la Manche; cela s'explique facilement : en beaucoup de points la vase est très épaisse; la sédimentation organique lorsqu'elle est très rapide (algues calcaires) masque les dépôts anciens ; d'autre part, il n'a pas dû se former de glaces côtières importantes pendant le Quaternaire (50).

Dans le golfe de Gascogne, nous avons trouvé peu de blocs de roches primaires au large : il faut surtout mentionner un échantillon de 17 $^{c}/_{m}$ de longueur, trouvé à 140 m. de profondeur à la station 1.083 (voir carte XVII, p. 263 et Appendice, p. 264). On peut penser que ce transport par les glaces flottantes qui a joué un rôle important sur la côte méridionale de Bretagne a laissé beaucoup moins de traces au large.

Entre les îles Glénans et la côte existe une traînée de blocs exotiques ; M. Barrois écrit à ce sujet (8) : « Notons enfin qu'entre les îles Glénans et la terre ferme où il ne se dépose actuellement que du sable, M. G. Pouchet a trouvé pendant ses dragages un certain nombre de galets de granite, de porphyre qu'il a bien voulu nous montrer en son laboratoire de Concarneau et qui ont évidemment une même origine que ceux des plages soulevées ».

Dans la Mer du Nord se trouve, au large d'Ostende, un banc pierreux remarquable ; il résulte des études de Renard (183), que ce banc contient un grand nombre de roches cristallines et de roches sédimentaires primaires qui paraissent provenir des falaises du massif armoricain. D'après Prestwich (170) les pêcheurs de Ramsgate, au Nord de Douvres, ramènent souvent dans leurs chaluts des blocs de granite, de serpentine, de grès, etc., qui doivent avoir été apportés par des glaces scandinaves.

En ce qui concerne la Manche, nous avons déjà dit (p. 150 et 151) que les terrasses flandriennes et monastiriennes contenaient des roches exotiques transportées par les glaces flottantes : c'est le cas par exemple de la terrasse monastirienne de Sangatte, du cordon de galets flandrien de Bel-Air, près d'Etaples.

On sait depuis longtemps, grâce aux études de Ch. Vélain (215 *bis*) et de M. Bigot que d'énormes blocs de roches primaires gisent sur les rochers littoraux jurassiques de la région de Grandcamp et des environs de Luc-sur-Mer ; M. Hue vient d'étudier (112) ceux des environs

de Luc-sur-Mer : il en a repéré 112 dont les dimensions dépassent 0 m. 70. Il existe des blocs analogues sur la côte Ouest du Cotentin, en particulier près de Barneville, comme l'indique la carte géologique (feuille 27, Barneville).

M. Barrois a signalé depuis longtemps (7) l'existence de roches exotiques transportées par les glaces flottantes dans les terrasses bretonnes ; d'après lui (carte géologique, feuille 42, Tréguier), le « Sillon de Talbert », près de Paimpol, a fourni de nombreux matériaux aux glaces flottantes : il est formé « par l'accumulation de galets charriés par les rivières du Tréguier et du Trieux à l'époque quaternaire : c'est de lui que sont partis, chargés sur des glaçons flottants, les échantillons si caractéristiques des roches du Trégorrois que l'on trouve disséminés dans toutes les plages soulevées de Bretagne jusqu'à la levée de Quiberon au Sud du pays ».

Les observations faites sur la côte méridionale d'Angleterre ne sont pas moins nombreuses : parmi les plus importantes, il faut citer celles qui ont été faites dans la région de Brighton et de Selsey : il existe dans cette région un grand nombre de blocs transportés par les glaces flottantes ; certains de ces blocs ont été vus en place enfoncés par la glace dans de l'argile tertiaire (175).

Enfin, il faut signaler les observations de géologie sous-marine antérieures aux nôtres. Hallez (108) a dragué de nombreux blocs de roches primaires dans le détroit du Pas-de-Calais : « On y trouve des roches cristallines, granites, diorites, prophyres, rappelant celles de la Bretagne et du Cotentin... Je les considère comme ayant été amenées par les glaçons côtiers de l'époque diluvienne ».

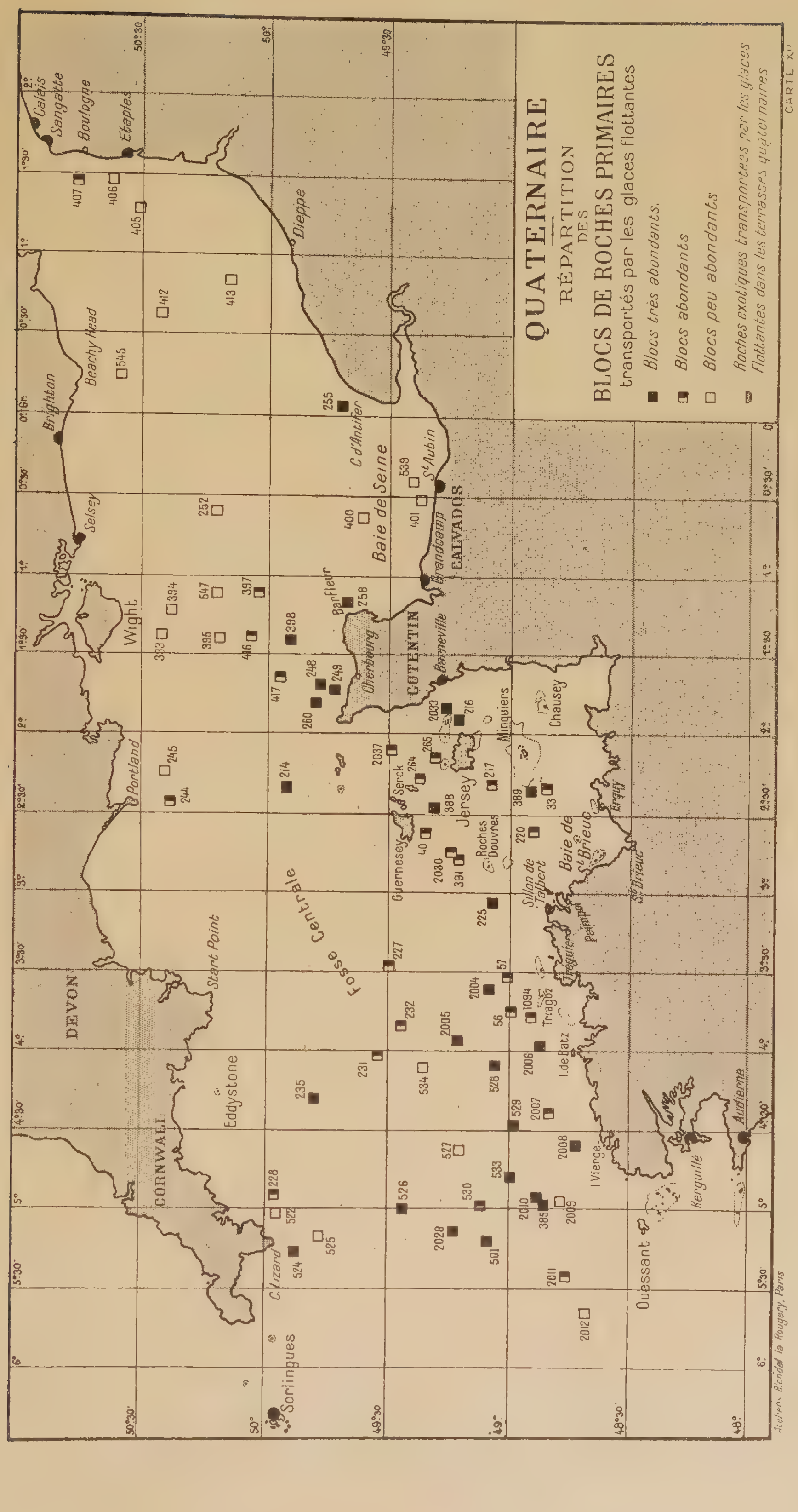
De même, les dragages de l' « *Oithona* » ont ramené un grand nombre de roches primaires qui doivent avoir été transportées par les glaces ; certaines semblent bien venir du massif armoricain, puisque R.-H.Worth écrit : « The affinities of the crystalline rocks in the area examined are strongly toward Brittany and but slightly toward the mainland of Devon and Cornwall » (226, p. 171).

Conclusions. — Il résulte de mes observations et des comparaisons qui viennent d'être faites que les blocs étudiés ont dû être transportés par les glaces flottantes.

Si l'on examine la carte indiquant leur répartition (carte XII, p. 165), on constate qu'ils sont surtout abondants au Nord du Cotentin, dans le golfe normano-breton, au Nord de la côte bretonne, à l'entrée occidentale de la Manche ; ils diminuent d'importance, au fur et à mesure qu'on s'éloigne de ces régions, c'est-à-dire dans la Fosse centrale, entre le Cotentin et l'île de Wight, dans la Manche orientale. Tout se passe donc comme si les premières régions citées (sauf l'entrée occidentale de la Manche) avaient servi de *centres de dispersion* pour les blocs de roches primaires et comme si les glaces côtières ou d'estuaire avaient transporté les roches plus ou moins loin de leur lieu d'origine dans des directions diverses. Si la répartition complète et l'origine précise de tous ces blocs était connue, on pourrait donc retrouver les trajets effectués par les glaces flottantes et dresser la carte des courants qui les ont dispersées sur la Manche quaternaire. Ces trajets, ont dû varier, pendant le durée du Quaternaire, au fur et à mesure que variaient la configuration de la côte, le régime des courants et des vents. On peut citer un certain nombre d'observations au sujet des directions de transport (carte XIII, p. 167).

L'entraînement des roches vers l'Est est bien connu : c'est à lui qu'il faut attribuer la présence de *roches armoricaines* dans les terrasses monastiriennes et flandriennes du Nord de la France et sur les bancs situés en face de Boulogne.

Mais, d'après Prestwich, les échantillons recueillis au large de Ramsgate proviennent de Scandinavie et, d'autre part, nous savons que les *roches scandinaves* se retrouvent dans les moraines de la côte orientale d'Angleterre ; il serait donc intéressant de chercher dans la Mer du Nord l'extension des roches armoricaines et des roches scandinaves ; d'après M. Dubois (7) aucune roche exotique d'origine scandinave n'a été signalée dans la Manche ni au large d'Ostende. Nos


QUATERNAIRE
RÉPARTITION
DES
BLOCS DE ROCHES PRIMAIRES
transportés par les glaces flottantes
Blocs très abondants.
Blocs abondants
Blocs peu abondants
Roches exotiques transportées par les glaces flottantes dans les terrasses quaternaires
CARTE XV
Calais
Sangatte
Boulogne
Etaples
Dieppe
Beachy Head
Brighton
Selsey
Wight
Portland
Start Point
DEVON
CORNWALL
Eddystone
C. Lizard
Sorlingues
Fosse Centrale
C. d'Antifer
Baie de Seine
S. Aubin
CALVADOS
Grandcamp
Barfleur
Cherbourg
COTENTIN
Barneville
Guernesey
Serck
Jersey
Roches Douvres
Minquiers
Chausey
Erquy
Baie de S. Brieuc
S. Brieuc
Sillon de Talbert
Paimpol
Tréguier
I. de Batz
I. Vierge
Ouessant
Kerguillé
Audierne
Helios Bondel la Rougery, Paris

dragages confirment l'entraînement des roches armoricaines vers l'Est puisque nous en avons recueilli des échantillons en divers points de la Manche orientale (grès feldspathiques des stations 258, 255).

Comme exemples de blocs transportés vers le Nord et le Nord-Est, il faut signaler : les roches du Cotentin et de Bretagne trouvées par les Anglais à Selsey et Brighton, les roches analogues draguées par nous au Sud de l'île de Wight et de Portland (st. 244 très typique), les porphyres rouges identiques à ceux de Jersey qui ont été recueillis au Nord de Cherbourg (st. 248).

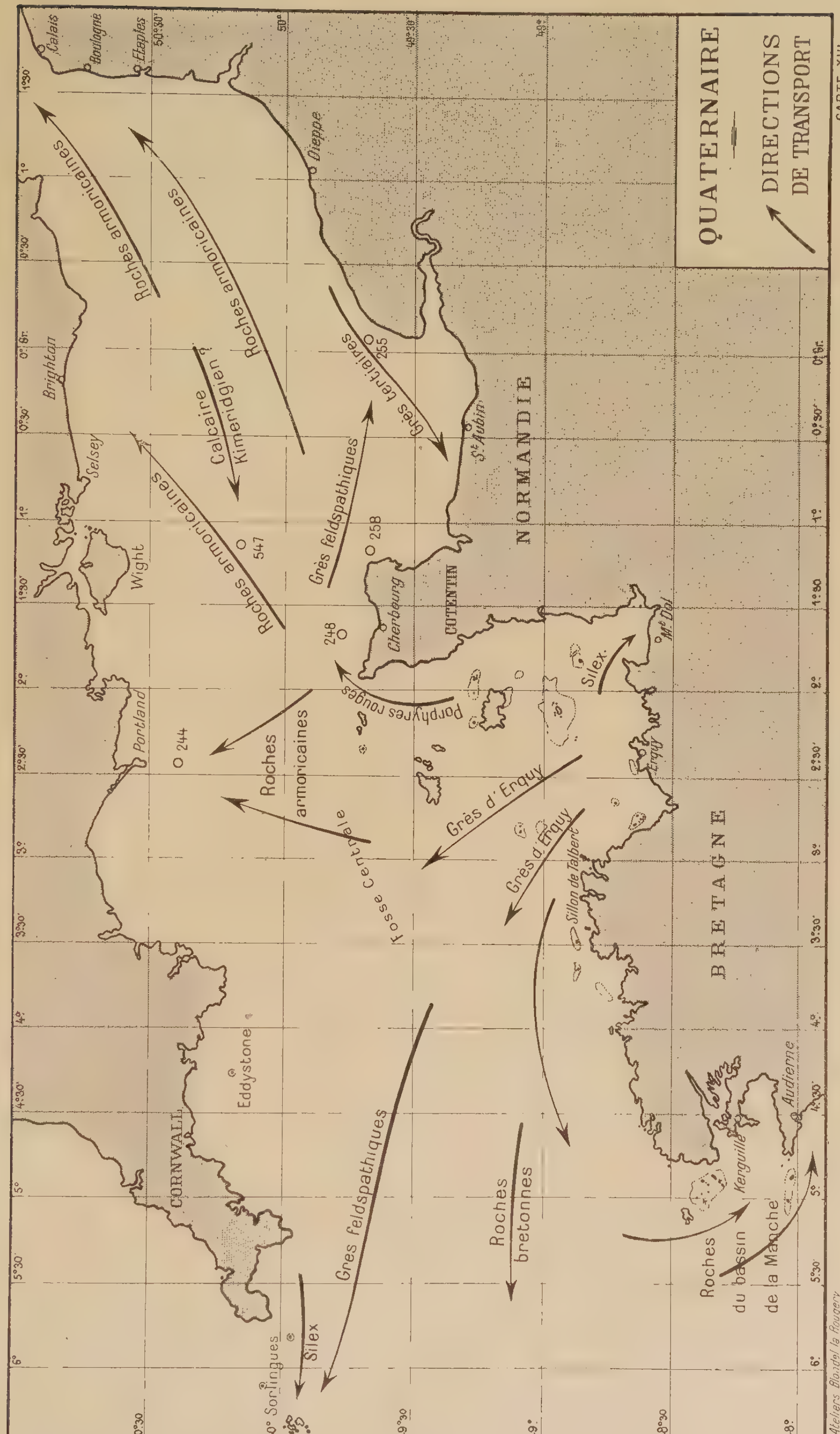
L'existence de courants dirigés vers l'Ouest semble aussi prouvée par de nombreuses observations. Barrow (13) a signalé aux îles Scilly des grès tendres rougeâtres qui sont très abondants dans les formations quaternaires de l'île Saint-Martin ; ces grès peuvent être comparés aux grès feldspathiques du type d'Erquy ou à certains échantillons des « New Red Rocks » ; de toute façon, ils semblent venir de l'Est ou du Sud-Est.

Les échantillons de grès feldspathiques sont abondants à l'entrée occidentale de la Manche (carte VII, p. 71). A plus de 80 milles au large d'Ouessant, sur le banc Shamrock, j'ai recueilli un bloc de grès blanc ressemblant au grès armoricain. Parmi les roches exotiques situées sur le littoral près de Luc-sur-Mer, M. Hue cite (112) des grès blancs tertiaires, dont il cherche l'origine dans les départements de l'Orne et de la Sarthe ; or ces grès contiennent des fragments de silex et sont identiques aux grès du Tertiaire inférieur de la région de Dieppe (falaises de Dieppe à Pourville) ; faut-il admettre que cette formation s'est étendue dans le Calvados en laissant des témoins? Il est plus simple de penser que ces blocs de grès tertiaire ont eux aussi été entraînés par les glaces flottantes et qu'ils viennent de l'Est. Peut-être faut-il interpréter de la même façon le transport d'un bloc de calcaire Kimeridgien dragué à la station 547, entre l'île de Wight et le Cotentin : cet échantillon paraît provenir du Boulonnais.

Enfin des roches variées provenant du bassin de la Manche ont pu faire le tour complet de la Bretagne pour venir s'échouer dans les cordons littoraux surélevés de la presqu'île de Crozon (Kerguillé) et de la côte méridionale (Audierne).

Il est intéressant de noter que les blocs de roches primaires sont plus abondants dans les terrasses flandriennes du Nord de la France qu'au fond de la Manche orientale. C'est ainsi que dans le cordon littoral flandrien de Bel-Air, près d'Etaples, on peut récolter en quelques instants une belle collection de roches armoricaines ; au large de Boulogne, sur les fonds connus sous les noms de l' « Huîtrière » et du « Muroquoi », les roches primaires sont encore relativement nombreuses d'après Hallez (107) ; nous avons également dragué au voisinage de ces fonds (st. 407) d'assez nombreux blocs de roches primaires ; au contraire, dans le reste de la Manche orientale, sauf au voisinage du cap d'Antifer (st. 255) les dragages n'ont ramené que des échantillons petits et peu nombreux. Comme les dragages effectués en Manche orientale sont relativement espacés, il est impossible de généraliser outre mesure ; cependant il est permis de se demander quelle est la raison de cette différence dans la répartition des blocs. Il est probable que les glaçons chargés de pierres ont en général déposé leurs matériaux au voisinage de la côte ou de hauts-fonds ; dans beaucoup de cas les glaces formées le long du rivage n'ont pas dû être entraînées au large : chassées par les courants et par les vents, elles sont venues s'entasser et fondre là où la côte présentait un obstacle à leur dérive ; on voit de même actuellement les épaves échouées en des points privilégiés.

Il est donc possible qu'une grande partie des blocs indiquent la proximité d'anciennes lignes de rivage ; quant à ceux qui ont été recueillis à l'entrée de la Manche occidentale, on peut expliquer leur présence en admettant que dans cette région la rencontre de courants relativement chauds a entraîné la fusion rapide des glaces et la chute des pierres sur le fond.


QUATERNAIRE
DIRECTIONS DE TRANSPORT
CARTE XIII
Calais
Boulogne
Etaples
Dieppe
St Aubin
NORMANDIE
COTENTIN
Cherbourg
Mt Dol
Erquy
BRETAGNE
Audierne
Kerguillé
Brighton
Selsey
Wight
Portland
Eddystone
CORNWALL
Sorlingues
Roches armoricaines
Calcaire Kimeridgien
Grès tertiaires
Grès feldspathiques
Porphyres rouges
Roches armoricaines
Fosse Centrale
Grès d'Erquy
Sillon de Talbert
Silex
Roches bretonnes
Roches du bassin de la Manche
Ateliers Blondel la Rougery

A quelle époque s'est produite la dissémination des blocs? Il est naturel de penser *qu'elle a pu s'effectuer à des époques différentes du Quaternaire, chaque fois que les conditions étaient favorables à la formation des glaces côtières.* D'après M. Dubois (86), dans le Pas-de-Calais, ces conditions se sont surtout réalisées aux temps würmiens et postwürmiens, qui correspondent à l'époque flandrienne ; les terrasses flandriennes du Nord de la France contiennent, en effet, de nombreux blocs exotiques tandis que dans les terrasses monastiriennes ces blocs n'existent qu'à l'état de raretés.

Au contraire, dans le Massif armoricain et en Angleterre, les roches transportées par les glaces sont surtout abondantes dans les terrasses monastiriennes ; les plus volumineuses et les plus anguleuses existent à la base de ces terrasses et semblent appartenir à un dépôt antérieur (Selsey, Luc-sur-Mer). Dans la Manche, l'époque la plus favorable au transport par les glaces flottantes paraît donc avoir été l'époque monastirienne correspondant aux temps rissiens et postrissiens.

Enfin, on peut supposer que ce transport a déjà pu se produire aux époques antérieures correspondant aux glaciations günziennes et mindéliennes.

Il semble donc bien prouvé qu'à différentes époques du Quaternaire, des glaces côtières se sont chargées de pierres qu'elles ont disséminées dans la Manche, en abandonnant surtout leurs matériaux au voisinage des lignes de rivage.

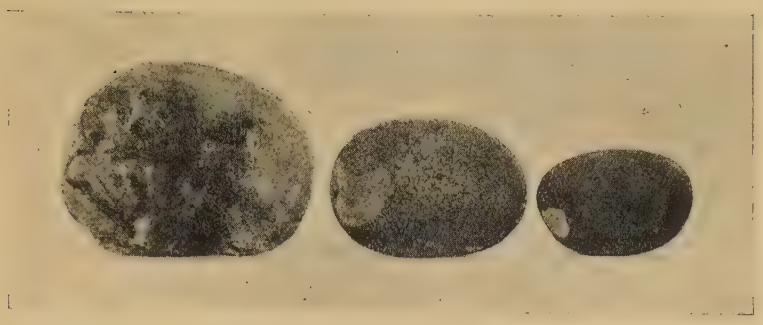


Fig. 26. — Galets de silex montrant de nombreuses « marques de choc ». Echantillons couverts de Bryozoaires et d'Hermelles. Longueur du galet le plus volumineux : 9 %. St. 246 et 247, dans la région centrale de la Manche (Cliché L. D.).

B. — GALETS DE SILEX

J'étudie ici les galets de silex sous-marins qui paraissent jalonner l'emplacement d'anciennes lignes de rivage quaternaires. Ce sont des silex encroûtés par des animaux et couverts de « marques de choc » [1] (fig. 26). La station 246 a fourni de nombreux échantillons de cette sorte ; on y a recueilli presque uniquement des galets bien roulés et couverts d'animaux ; comme cette station a été effectuée en pleine Manche centrale, à une profondeur de 60 m., il est difficile de supposer que les courants actuels aient pu transporter de la côte une telle quantité de galets qui atteignent souvent une taille volumineuse ; aussi ai-je pensé qu'il s'agissait d'un gisement quaternaire sous-marin analogue à ceux qui ont été signalés dans les pages précédentes ; mais dans le cas de la station 246 presque tous les échantillons sont bien roulés ; on n'observe pas de roches anguleuses mélangées aux roches arrondies comme pour les blocs précédents. Ces galets paraissent donc se trouver en place et indiquer l'existence d'un ancien cordon littoral.

Il faut noter que toutes les stations sont loin d'être aussi typiques que la station 246 : pour certaines les galets sont mélangés à quelques roches anguleuses ; pour d'autres il est difficile de savoir si les galets sont bien anciens. La question s'éclairera lorsqu'on connaîtra d'une façon précise la puissance de transport des courants de fond. Malgré ces difficultés il m'a semblé intéressant de grouper ici un certain nombre d'observations qui posent un problème. Je me suis borné à citer les stations qui ont fourni des galets de silex bien roulés présentant généralement une surface couverte de marques de choc : ils ressemblent aux galets qui abondent au pied des falaises de craie et qui sont très roulés par la mer.

1. — GALETS DE SILEX ABONDANTS

CARTE XIV (p. 173)

Ces galets ont tous été dragués à une profondeur supérieure à 28 m., ceux de la Manche centrale à une profondeur supérieure à 57 m. ; aussi leur accumulation ne semble-t-elle pas due aux courants actuels.

(1) Les « marques de choc » sont des fentes en forme de demi-cercle qui se montrent à la surface des galets bien roulés de roche à grain fin (quartzite, pétrosilex, silex).

Station 246. — Dans la région centrale de la Manche, à 60 m. de profondeur. La drague ramène une grande quantité de silex (60 % environ) à l'état de galets bien roulés montrant des marques de choc caractéristiques (fig. 26) ; les autres échantillons sont également bien roulés. Les galets de silex sont couverts de Bryozoaires et de tubes d'Hermelles ; leur forme est ovale, bombée ou aplatie ; dans ce dernier cas, les marques de choc s'observent surtout sur le pourtour. Un galet pesant 220 gr. montre une face couverte de tubes d'Hermelles et de Balanes (fig. 26) ; quelques échantillons possèdent une auréole blanchâtre parallèle aux bords du galet ; cette auréole est donc postérieure à la formation du galet et représente une zone d'altération ; les marques de choc bien visibles en coupe sont presque effacées à la surface des échantillons auréolés.

Station 247. — Dans la Fosse centrale, à 80 m. de profondeur. Les sédiments actuels sont des graviers ; les courants sont donc encore violents à la profondeur de 80 m. ; 50 % des échantillons pierreux sont des silex ; les uns sont biscornus et montrent une surface lisse ; les autres de forme ovale sont bien roulés et présentent de nombreuses marques de choc (fig. 26). Le bios est peu abondant à leur surface ce qui semble dû à la violence des courants : on observe seulement quelques placages de Bryozoaires. Beaucoup de galets ont une patine jaunâtre et sont brunis à l'intérieur. Poids observés : 118 gr., 85, 55.

Station 263. — Au large de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Je recueille un grand nombre de galets parmi lesquels beaucoup de silex montrant des marques de choc (poids observés : 190 gr., 175) ; bios fixé peu abondant, sans doute à cause de la violence des courants.

Station 386. — Au large de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Plusieurs galets de silex présentent des marques de choc (poids : 190 gr.) ; ils sont accompagnés de silex biscornus à surface lisse presque complètement dépourvue de bios ; les autres roches sont généralement arrondies.

Station 396. — Dans la région centrale de la Manche, à 96 m. de profondeur. Silex nombreux, les uns biscornus, les autres à l'état de galets bien arrondis montrant des marques de choc ; un échantillon ovale possède une auréole parallèle à sa surface ; la plupart des roches primaires sont aussi transformées en galets bien roulés.

Station 406. — Au large de Boulogne, à 30 m. de profondeur. Nombreux galets de silex couverts de Bryozoaires et de tubes de Serpules (poids : 190 gr.) ; la plupart montrent des marques de choc et une auréole parallèle aux bords du galet ; la surface est patinée en brun ; deux silex cassés.

Station 412. — Au milieu de la Manche orientale, à 45 m. de profondeur. Nombreux galets de silex couverts de tubes de Serpules et d'Algues calcaires et montrant des marques de choc (poids observé : 320 gr.) ; un galet de silex cassé.

Station 417. — Au Nord de Cherbourg, à 65 m. de profondeur. Petits galets de silex bien roulés, dont quelques-uns sont parfaitement ovales ; leur surface présente de nombreuses marques de choc et une légère patine brune ; un galet de silex cassé.

2. — GALETS DE SILEX PEU ABONDANTS

Station 44. — Dans la Fosse centrale, à 102 m. de profondeur. Un galet de silex ovale pesant 110 gr., portant des colonies de Bryozoaires, une Balane ; autres galets.

Station 213. — Au Sud-Ouest de Portland, à 60 m. de profondeur. Petits fragments arrondis de silex dont la zone externe est décolorée ; leur transformation en galets doit être relativement ancienne puisqu'ils sont altérés en surface ; ils sont couverts de Bryozoaires.

Station 217. — Au Sud-Ouest de Jersey, à 40 m. de profondeur. Plusieurs petits galets de silex dont l'un montre une auréole blanche parallèle à la surface.

Station 229. — Au Sud-Est du cap Lizard, à 80 m. de profondeur. Un galet de silex couvert de Bryozoaires possédant une auréole blanche irrégulière.

Station 248. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Un galet de silex allongé, pesant 34 gr., montrant de nombreuses marques de choc ; sa surface est dépourvue de bios ; étant donné la violence des courants dans ces parages, il s'agit peut-être d'un galet actuel.

Station 250. — Au Sud-Est de Wight, à 30 m. de profondeur. Je recueille plusieurs galets de silex, montrant des marques de choc et couverts de Bryozoaires ; un échantillon mesurant 10 $^{c}/_{m}$ de longueur présente une patine brune ; un autre échantillon bien arrondi pèse environ 100 gr.. Nombreux galets de craie blanche rongés par des Cliones : ces derniers sont peut-être actuels ; ils proviennent de la côte ou plus vraisemblablement se forment aux dépens des affleurements sous-marins de craie. Les courants sont très violents dans cette région.

Station 255. — Au large du cap d'Antifer, à 27 m. de profondeur. Un galet de silex couvert de Bryozoaires et de tubes de Vers ; il présente une auréole blanche parallèle à la surface (poids : 60 gr.).

Station 259. — Au Nord de la pointe de Barfleur, à 43 m. de profondeur. Galets de silex et de calcaire glauconieux dépourvus de bios : ce sont peut-être d'anciens galets repris par les courants actuels ; leur surface doit être soumise au frottement continuel des sables et des graviers.

Station 260. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Un galet de silex bien arrondi, montrant de nombreuses marques de choc (poids : 150 gr.) ; sa surface est couverte de Modioles et de tubes d'Hermelles ; il présente une auréole épaisse de 3 $^{m}/_{m}$ environ parallèle à la surface.

Station 404. — Au Sud-Ouest du Vergoyer, à 35 m. de profondeur. Un galet de silex couvert de Balanes (poids : 180 gr.) ; autres petits galets de silex montrant des marques de choc dont l'un est brisé.

Station 405. — Au pied de la Bassure de Baas, à 30 m. de profondeur. Petits galets de silex, dont quelques-uns possèdent une forte patine brune ; l'un d'eux, de forme régulièrement ovale, montre des marques de choc et porte des Balanes et des tubes de Serpules.

Station 407. — Dans le Creux de Lobourg, à 45 m. de profondeur. Quelques galets de silex couverts de Bryozoaires et montrant une patine brune.

Station 415. — Au Nord de Dieppe, à 15 m. de profondeur. Un gros galet de silex montrant des marques de choc (poids : 530 gr.) ; sa surface est couverte d'Algues calcaires et de tubes de Serpules ; c'est peut-être un galet actuel.

Station 416. — Dans la partie axiale de la Manche, à 79 m. de profondeur. Petits galets de silex bien roulés montrant des marques de choc plus ou moins effacées : un silex parfaitement rond de la taille d'une noix.

Station 542. — Au large de Fécamp, à 36 m. de profondeur. Un galet de silex bien arrondi couvert de tubes de Serpules (poids : 350 gr.).

CARACTÈRES GÉNÉRAUX, COMPARAISONS ET CONCLUSIONS

Carte XIV (p. 173)

Les amas de silex étudiés sont composés de galets bien roulés, généralement ovoïdes, plus ou moins aplatis ; ils ressemblent à ceux que l'on trouve au pied des falaises de craie où la mer déferle avec violence ; aux environs de Dieppe, par exemple, le cordon littoral est formé de galets de silex qui, par suite de leur dureté et de leur forme régulière, sont employés dans certaines usines

comme broyeurs ; leur surface est couverte de marques de chocs qui témoignent de la force avec laquelle ils ont été projetés les uns contre les autres ; il en est de même pour nos échantillons, ce qui prouve qu'ils se sont formés près du rivage dans une « zone battue ». Certains galets montrent des marques de choc presque effacées par suite de l'altération qui a donné naissance à une *auréole* (p. 130) blanche, parallèle à la surface; la présence de cette auréole, souvent épaisse de plusieurs millimètres, démontre l'ancienneté relative des galets, de même que la patine brune observée sur certains échantillons.

La plupart des galets provenant des stations typiques (galets de silex abondants) sont encroûtés par des animaux : Hermelles, Bryozoaires, Balanes ; *ils étaient donc à l'état de « galets morts »* (suivant l'expression de Ferronnière), *au moment où nous les avons dragués* ; d'autres présentent une surface lisse et leur origine apparaît moins clairement : doit-on les assimiler à des galets actuels entraînés au large et à une grande profondeur sous l'action de courants particulièrement violents ? Ou bien représentent-ils des galets d'origine ancienne, retournés sur le fond par les courants actuels et balayés par les sables et les graviers dont le frottement continuel empêche la fixation des animaux ?

Il est difficile de le savoir ; cependant beaucoup de ces galets semblent trop volumineux pour pouvoir être roulés par les courants actuels ; en général, leur poids dépasse 100 gr. et quelquefois 300 gr. Les galets se montrent surtout nombreux au Nord de Cherbourg (carte XIV, p. 173), aux profondeurs suivantes : 58 m., 60, 65, 80, 90. Il existe peut-être dans cette région des cordons littoraux quaternaires submergés, étagés à différentes profondeurs et plus ou moins remaniés.

En Manche orientale, on observe des amas de galets grossièrement alignés et situés aux profondeurs suivantes : 30 m., 35, 45 ; ils représentent peut-être les témoins d'une ancienne ligne de rivage, d'un « niveau négatif » du Quaternaire.

Les preuves d'abaissement du niveau marin au Quaternaire sont multiples : il a été question plus haut des vallées sous-marines, des tourbes submergées (p. 151). Il me faut citer ici quelques observations qui rappellent celles que j'ai faites dans la Manche.

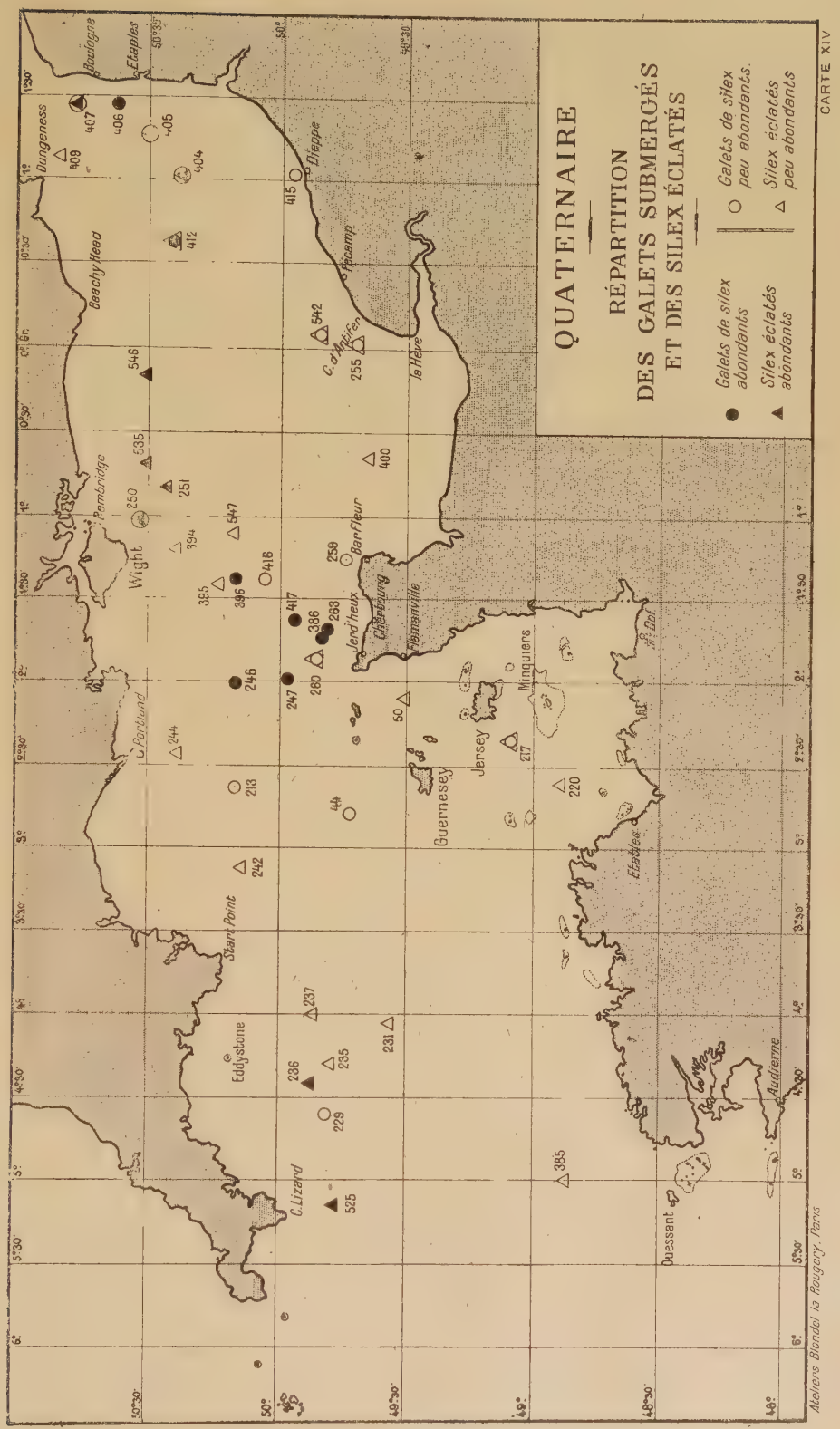
En 1850, Austen (4) a signalé la présence de cailloux et de coquilles littorales (*Patella vulgata, Turbo littoreus*) sur les bords du banc de « la Petite Sole » au large d'Ouessant ; il a écrit à ce sujet : « we may safely infer that we have at this place the indication of a coast-line of no very distant geological period, buried under a great depth of water, and removed to a great distance from the nearest present coast-line ».

Des observations analogues ont été faites dans la mer du Nord, par Robert Dawson (74 *bis*).

Ferronnière a publié de nombreuses notes sur la région sous-marine comprise entre l'embouchure de la Loire et l'embouchure de la Vilaine (92, 93, 94). Il a montré comment la lecture des cartes marines pouvait permettre de retrouver l'emplacement d'anciennes lignes de rivage (94, p. 197) : « Or, on observe, écrit-il, sur les cartes marines de nos côtes, des zones de galets, situées au-dessous des basses mers à des niveaux où ils ne peuvent actuellement ni se former ni être entraînés ; ces grosses pierres ne pouvant rouler que sur des pentes fortes et continues. Ces lignes de *galets submergés* indiquent probablement d'anciennes lignes de rivage ».

Il a retrouvé ainsi, grâce aux *galets submergés* et aux *falaises fossiles*, une ancienne ligne de rivage située vers la cote — 20. Au delà de la « Chaussée des Bœufs », on trouve même de petits galets signalés sur les cartes au-dessous de la cote — 50 (93). Il serait très intéressant d'étudier par dragage les points ainsi observés sur les cartes marines.

M. Marcel Baudouin a signalé également des galets submergés sur les côtes de Vendée (15) : il a même cru pouvoir distinguer cinq terrasses submergées parfaitement définies et bien datées,


QUATERNAIRE
RÉPARTITION
DES GALETS SUBMERGÉS
ET DES SILEX ÉCLATÉS
Galets de silex abondants
Silex éclatés abondants
Galets de silex peu abondants
Silex éclatés peu abondants
CARTE XIV
Boulogne
Etaples
Dungeness
Beachy Head
Dieppe
Fécamp
C. d'Antifer
le Hève
Pembridge
Wight
Portland
Start Point
Eddystone
C. Lizard
Ouessant
Barfleur
Jend'heux
Cherbourg
Flamanville
Mt St Michel
Minquiers
Guernesey
Jersey
Etables
Audierne
Ateliers Blondel la Rougery, Paris

Ces conclusions me paraissent un peu hâtives, car l'étude des terrasses sous-marines comporte de grandes difficultés.

En 1925, nous avons dragué au large des îles Glénans, dans le golfe de Gascogne (67), entre 60 et 75 m. de profondeur (st. 1.050, 1.051, 1.088, voir Appendice, p. 262 et carte XVII, p. 265), des blocs de poudingue formés par la cimentation de graviers roulés à surface patinée et de débris coquilliers indéterminables ; ce poudingue paraît bien être en place ; il existe une analogie frappante entre les graviers du poudingue et les graviers non cimentés recueillis dans les mêmes parages : ils sont bien arrondis, de nature très variée et leur surface possède une patine foncée remarquable.

Je crois qu'il s'agit d'une formation quaternaire plus ou moins démantelée et comparable aux dépôts cimentés de la terrasse monastirienne de Binic, près de Saint-Brieuc : il existe en effet dans cette dernière région (p. 150) des blocs de poudingue reposant sur la plate-forme d'abrasion marine quaternaire qui est presque partout nettoyée de ses dépôts anciens et occupée par la mer. Dans le cas de nos dragages les poudingues indiqueraient la présence d'une ancienne ligne de rivage située actuellement à une grande profondeur.

Revenons aux galets submergés de la Manche ; à quelle époque du Quaternaire faut-il attribuer leur accumulation ? M. Dubois (88, p. 865) a considéré que la régression préflandrienne avait pu atteindre la cote — 60 ; on trouve sur le Dogger-Bank des tourbes situées à la profondeur de — 40 m. qui paraissent dater de cette régression. On peut donc supposer qu'une partie de nos galets datent de cette époque préflandrienne ; mais il faut remarquer que nous avons dragué des galets bien roulés jusqu'à 80 (st. 247) et même 96 m. de profondeur (st. 396) ; deux hypothèses sont à envisager pour expliquer leur présence : ou bien la régression préflandrienne a atteint un niveau bien inférieur à 60 m., ou bien les galets correspondent à des phases négatives antérieures du Quaternaire.

Fig. 27. — Silex éclatés et patinés montrant des arêtes tranchantes, couverts de bios. Hauteur des échantillons du milieu : 12 ‰ St. 251, au Sud-Est de Wight, à 55 m. de profondeur.

C. — SILEX ÉCLATÉS ET PATINÉS

Les silex étudiés ici présentent des faces de cassure ancienne plus ou moins nombreuses et possèdent à leur surface une forte patine brune (fig. 27) ; quelques-uns sont transformés en petits éclats à bords parfois tranchants, sortes d' « étolithes » analogues à ceux qui s'observent dans un grand nombre de formations, principalement dans les terrasses quaternaires.

J'ai pensé qu'on pouvait attribuer ces amas de silex au Quaternaire.

1. — SILEX ÉCLATÉS ABONDANTS

CARTE XIV (p. 173)

Je considère les silex suivants comme presque en place.

STATION 236. — Au Sud-Est du cap Lizard, à 79 m. de profondeur. La drague ramène de nombreux silex ; plusieurs nodules de forme irrégulière montrent des faces d'éclatement ; on observe aussi de petits éclats présentant des arêtes tranchantes ; leur surface est couverte d'une patine ocreuse et noirâtre (poids observés : 195 gr., 185).

STATION 250. — Au Sud-Est de Wight, à 30 m. de profondeur. Cette station est située au voisinage d'un gisement de craie. Silex très abondants couverts de Bryozoaires (poids moyen : 20 gr.) ; nombreux éclats anguleux pourvus d'une patine ocreuse parfois brillante (limonite) ; un fragment éclaté couvert d'une patine jaunâtre a conservé à l'intérieur sa couleur noire (poids : 145 gr.) ; un autre échantillon est au contraire brun dans toute sa masse ; un galet bien arrondi et cassé montre des marques de choc et une surface brune.

STATION 251. — Idem, à 55 m. de profondeur. La drague ne ramène guère que des silex (environ 50 kg.) ; ils ne sont pas roulés et présentent des formes irrégulières et souvent des arêtes tranchantes

(fig. 27) ; leur surface est couverte de Bryozoaires, de tubes de Vers, d'Hermelles (poids observés : 390 gr., 285, 210) ; les principaux faciès sont les suivants : 1° silex à auréole blanc jaunâtre, montrant une forte patine ocreuse ; la patine disparaît complètement dans l'acide chlorhydrique bouillant ; 2° silex patiné d'un seul côté ; 3° silex patiné à cassure brune : la surface se décolore dans l'acide chlorhydrique bouillant, mais la région centrale reste brune ; 4° quelques silex sont couverts, par places, d'une coloration noirâtre qui paraît due à un dépôt d'oxyde de manganèse.

Station 404. — Au Sud-Ouest du Vergoyer, à 35 m. de profondeur. Je recueille de nombreux fragments anguleux de silex à patine brune ou jaunâtre ; un éclat très pointu ; quelques échantillons proviennent de galets éclatés et montrent une partie arrondie couverte de marques de choc.

Station 405. — Au pied de la Bassure de Baas, à 30 m. de profondeur. Nombreux silex couverts de Balanes, d'Hydrozoaires, de tubes de Vers (poids observés : 120 gr., 85, 72) ; on observe des nodules à faces d'éclatement (17), des galets brisés (5), des éclats (14) ; parmi ces derniers, quelques-uns se montrent aussi pointus que des flèches taillées ; beaucoup d'échantillons sont entièrement bruns et le traitement par l'acide chlorhydrique bouillant ne les décolore qu'en surface.

Station 407. — Dans le Creux de Lobourg, à 45 m. de profondeur. La drague ramène 80 % de silex dont beaucoup sont éclatés et patinés (poids observés : 210 gr., 120) ; on trouve surtout des fragments de nodules.

Station 525. — Au Sud de Lizard, à 90 m. de profondeur. Silex éclatés couverts de Bryozoaires ; fragments très irréguliers montrant une forte patine brune ; sur quelques échantillons la patine n'existe que d'un côté.

Station 535. — Au Sud-Est de Wight, à 42 m. de profondeur. La drague ne ramène guère que des silex ; la plupart sont des échantillons éclatés montrant une forte patine brune ; quelques-uns ne sont colorés que sur une face ; deux silex creux ; un silex vacuolaire.

Station 546. — Au Sud-Est de Wight, à 51 m. de profondeur. Nombreux échantillons de silex éclatés dont deux sont plus gros que le poing ; ils proviennent surtout de nodules et possèdent généralement une coloration brune dans toute la masse.

2. — SILEX ÉCLATÉS PEU ABONDANTS

Ces silex sont moins intéressants que les précédents au point de vue de l'étude du Quaternaire : ils ne constituent jamais les éléments caractéristiques de la station qui les a fournis et leur présence au milieu d'éléments très variés est souvent difficile à expliquer ; quelques-uns ne possèdent pas de patine. Je les signale ici à titre documentaire.

Station 50. — A l'Ouest de Flamanville, à 30 m. de profondeur. La drague ramène des silex éclatés relativement abondants ; l'un d'eux pesant 150 gr. montre une arête tranchante ; ce sont surtout des fragments de nodules à auréole blanchâtre, à centre noir ; ils n'ont pas de patine ou possèdent seulement une coloration brunâtre très légère.

Station 217. — Au Sud-Ouest de Jersey, à 40 m. de profondeur. Quelques échantillons montrent des faces d'éclatement : ce sont des silex à auréole blanche, à centre noir, dont la surface possède une légère patine.

Stations 220-221. — Au large de la baie de Saint-Brieuc, à 25 m. de profondeur. Un silex montre une grande face plane paraissant être une face d'éclatement (poids : 360 gr.); il est couvert d'Algues calcaires et de Bryozoaires ; sa surface présente une légère teinte ocreuse qui est peut-être due à la présence des animaux.

Station 231. — Au Nord de la Fosse centrale, à 80 m. de profondeur. Un silex couvert de Bryozoaires montre une coloration brune (poids : 170 gr.).

Station 235. — Au Sud d'Eddystone, à 78 m. de profondeur. Plusieurs silex éclatés (poids observés : 175 gr., 140) ; un seul échantillon présente une légère patine brune localisée sur une face.

Station 237. — Au Sud-Est d'Eddystone, à 73 m. de profondeur. Silex éclatés et fragments pointus possédant une légère coloration brune.

Station 242. — A l'Est de Start Point, à 60 m. de profondeur. La drague n'a ramené que des sables et des graviers ; parmi ceux-ci on observe de petits éclats de silex à patine ocreuse.

Station 244. — Au Sud de Portland, à 50 m. de profondeur. Un silex éclaté, légèrement coloré (poids : 170 gr.).

Station 248. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Un silex éclaté (poids : 190 gr.).

Station 255. — Au large du cap d'Antifer, à 27 m. de profondeur. Un galet brisé par le milieu montre une auréole blanche et une forte patine ocreuse ; les modifications successives du nodule de silex ont dû se faire dans l'ordre suivant : formation du galet, éclatement, formation de l'auréole, dépôt de la patine.

Station 256. — Idem, à 25 m. de profondeur. Un éclat de silex de la taille du poing encroûté par des Algues calcaires ; il possède des arêtes tranchantes et une coloration noire due au pigment habituel des silex.

Station 260. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Un gros silex coloré en jaune montre des faces d'éclatement.

Station 263. — Idem. Un galet de silex cassé à surface jaunâtre (poids : 98 gr.).

Station 385. — Au large de la côte septentrionale de Bretagne, à 108 m. de profondeur. Silex relativement nombreux ; les uns sont en éclats tranchants, d'autres sont comme pourris et se brisent facilement à la main ; on peut se demander si cet état d'altération est dû au séjour dans l'eau de mer.

Station 394. — Au Sud de Wight, à 40 m. de profondeur. Silex relativement nombreux ; on observe des nodules montrant des faces d'éclatement et des éclats présentant parfois des arêtes tranchantes et des pointes aiguës ; ils possèdent une couleur noire due au pigment de la région centrale du silex.

Station 395. — Dans la région centrale de la Manche, à 85 m. de profondeur. Petits silex éclatés dont l'un montre une auréole blanche parallèle aux faces d'éclatement ; on observe sur quelques échantillons, une légère patine brune.

Station 400. — Dans la baie de Seine, à 38 m. de profondeur. Un silex éclaté à surface jaunâtre.

Station 409. — A 7 milles de Dungeness, à 35 m. de profondeur. Quelques silex éclatés couverts de Balanes et de tubes de Serpules ; l'un d'eux montre par places un enduit ferrugineux englobant des grains de quartz : on peut se demander si ce silex n'a pas fait partie d'un poudingue ferrugineux.

Station 412. — Au milieu de la Manche orientale, à 45 m. de profondeur. Quelques silex éclatés un petit fragment montre des arêtes tranchantes et une surface jaune.

Station 542. — Au large de Fécamp, à 36 m. de profondeur. Quelques silex éclatés ; un gros échantillon creux montrant une face brisée (poids : 1 kg. 810).

Station 547. — Dans le prolongement oriental de la Fosse centrale, à 65 m. de profondeur. Quelques silex éclatés peu patinés ; un échantillon est éclaté sur toutes ses faces sauf une (poids : 1 kg. 140) ; il présente une surface jaunâtre et noirâtre ; la coloration noire paraît due à un dépôt d'oxyde de manganèse.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX, COMPARAISONS ET CONCLUSIONS

Carte XIV (p. 173)

Presque tous les échantillons étudiés présentent une surface couverte d'animaux : c'est là, comme je l'ai maintes fois répété, pour d'autres échantillons, un argument en faveur de leur immobilité au fond de la mer et de l'ancienneté de leur dépôt. Ils ne doivent pas avoir été transportés par les courants actuels car leur poids atteint souvent 300 à 400 gr. et ils ont tous été dragués à une profondeur supérieure à 26 m.

Forme. — Leur forme est généralement anguleuse ; on observe souvent des arêtes tranchantes, des pointes vives, des contours très irréguliers prouvant que ces échantillons n'ont pas subi un long transport. Ils appartiennent en majeure partie à d'anciens nodules encore reconnaissables qui présentent des faces d'éclatement plus ou moins nombreuses ; à ces nodules se mélangent des éclats de forme et de dimensions très variées et des galets brisés. La station 405 montre la proportion suivante entre ces différentes sortes d'échantillons : 17 nodules éclatés, 14 éclats, 5 galets éclatés.

Quelles sont les actions capables de provoquer l'éclatement des silex ? Elles sont multiples : on peut citer par exemple l'action mécanique de l'eau dans les fleuves ou dans la mer ; Mlle Augusta Hure a décrit récemment (115) certains effets des vagues sur les silex des rivages ; elle a présenté à la Société préhistorique de France une collection d'éclats naturels qui rappellent parfois à s'y méprendre les silex taillés préhistoriques. On sait d'ailleurs quelles discussions a soulevées le problème des *éolithes*. La pression dans les terrains est suffisante pour expliquer la présence de certains silex brisés ; on attribue également à la pression la formation de galets impressionnés, de galets étirés ; cette action se produit sous l'influence des plissements ou des tassements. Il existe dans la craie sénonienne de l'île de Wight (Culver Cliff, au Sud de Bembridge) des nodules de silex réduits en miettes, qui ont peut-être été brisés au moment des plissements. On peut invoquer aussi les variations de température qui sont capables, surtout pendant le règne d'un climat désertique ou subglaciaire, de provoquer le fendillement et l'éclatement des pierres ; ces actions thermiques ont été observées comme étant particulièrement efficaces « dans les régions modérément froides comme Terre-Neuve, le Canada et le Labrador » (197). C'est ainsi que les calcaires de la baie Sainte-Marguerite à Terre-Neuve sont imbibés à chaque marée et que le froid les fait ensuite éclater ; le phénomène se produit avec une grande intensité deux fois par jour pendant au moins un mois.

On peut trouver des silex éclatés dans des formations très variées. En voici quelques exemples : M. Cayeux a observé des brèches, formées d'éclats de silex, interstratifiées dans des couches de craie (conférence à la S. G. F. du 19 décembre 1927, 42). M. l'Abbé H. Breuil (36) a signalé la présence d'éolithes à la base de l'Eocène parisien. Dans l'argile à silex, les silex se montrent souvent brisés. Des silex éclatés se rencontrent, mélangés à des galets, à la base de certaines couches éocènes (Lutétien du bassin de Paris), pliocènes (Diestien du Nord de la France), etc..., mais surtout dans les dépôts quaternaires, les terrasses, les couches de base des limons, etc... Ainsi, la terrasse flandrienne de Bel-Air, près d'Etaples, fournit de nombreux silex éclatés et

patinés ; la terrasse monastirienne de Jerd'heux, dans la Hague, contient de nombreux galets de silex brisés ; celle de Gatteville, près de Barfleur, contient des silex éclatés et des éclats. Les éclats de silex abondent parmi les graviers, dans le gisement quaternaire du Mont-Dol ; à Audierne, sur la côte méridionale de Bretagne, on observe de nombreux silex éclatés à la partie supérieure du cordon de galets quaternaire.

Il en est de même en Angleterre ; les géologues ont énuméré (212, 218) les formations dans lesquelles il est possible de trouver des silex éclatés et des éolithes ; ce sont par exemple : les couches de base des « Thanet Sands » (Essex), le « Basement Bed » du « Crag de Norwich », du « Crag de Weybourne » et surtout le « Drift » ; j'ai observé dans la terrasse du Foreland, près de Bembridge, à l'île de Wight, de nombreux petits éclats de silex à la base du limon.

Patine. — Les échantillons étudiés possèdent en général une forte patine ocreuse due à un dépôt d'oxyde de fer ; certains montrent une couleur noire paraissant provenir d'un dépôt d'oxyde de manganèse. La question des patines est très complexe et ne peut être solutionnée que par l'analyse microscopique et chimique détaillée. Voici quelques exemples de patines : certaines coquilles brunies ou noircies (« coquilles brûlées » des marins) doivent leur coloration à une minéralisation effectuée par l'intermédiaire des Algues perforantes : c'est le cas des échantillons de *Pectunculus glycimeris* que nous avons dragués dans le golfe de Gascogne, à la station 1.088, des coquilles patinées rejetées par la mer sur la plage du Croizic. Les silex du Landénien (Eocène) à surface verdâtre, bien connus des géologues du Nord de la France, doivent leur patine à un séjour au milieu de couches glauconieuses. D'autres patines sont dues au vernissage et au polissage éoliens, tels que les a décrits M. Fleury (97), etc...

Pour nos échantillons, deux sortes de patine se trouvent le plus souvent réalisées : 1° une coloration ferrugineuse n'intéressant que la surface ; 2° une coloration brune généralisée. La première sorte de patine est due à un dépôt d'oxyde de fer (limonite) qui se dissout facilement dans l'acide chlorhydrique bouillant ; elle peut s'observer sur des silex dépourvus d'auréole ou sur des silex auréolés : dans ce dernier cas l'auréole reste blanche ou au contraire devient brune. La coloration peut intéresser toute la surface de l'échantillon ou une seule face : cette dernière manière d'être est assez difficile à expliquer. J'ai observé plusieurs galets éclatés pourvus d'une auréole et couverts d'une patine ocreuse sur toute leur surface.

Cette patine paraît due au séjour des silex dans des couches ferrugineuses ; elle est comparable à celle qu'on observe sur certains silex de l'argile à silex, des alluvions anciennes, etc...

Quant à la deuxième sorte de patine, qui se manifeste par une coloration brune généralisée, existant aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du silex, elle correspond peut-être à une modification chimique du pigment noir habituel des silex.

De toute façon, ces patines ont dû se produire sous l'influence d'*actions subaériennes* : nos silex proviennent donc sans doute de couches qui ont été émergées.

Je considère que les amas de silex étudiés sont analogues à certains dépôts quaternaires formés dans des conditions subaériennes : par exemple, le « Plateau Gravel », étudié par Osborne White (1822) qui existe en de nombreux points de l'île de Wight : il couvre de grandes surfaces légèrement inclinées et se relie par place aux terrasses marines surélevées ; il contient souvent des éléments roulés, comme les amas de silex sous-marins ; White pense que ces dépôts se sont formés dans des plaines basses au voisinage du littoral, peut-être sous l'action de débâcles, au moment de la fonte des neiges. On peut aussi comparer les silex éclatés au « head » (p. 151), formé de blocs anguleux, qui surmonte, des deux côtés de la Manche, les cordons de galets monastiriens, et qui contient souvent vers sa base des éléments roulés.

Les amas de silex éclatés et patinés sont surtout abondants dans la Manche orientale ; nous n'avons trouvé que deux gisements importants dans la Manche occidentale. La profondeur à laquelle nous avons dragué ces silex est généralement inférieure à 60 m., sauf pour les deux gisements de la Manche occidentale (79 m. et 90 m.).

Les amas de silex éclatés ont dû se former pendant la régression préflandrienne ou pendant une phase négative antérieure du Quaternaire.

Ces faits confirment les résultats exposés précédemment (p. 174) à propos des galets submergés sur l'abaissement du niveau de base.

Enfin, il est possible que certains silex éclatés aient été transportés par les glaces flottantes ou proviennent de dépôts tertiaires.

CHAPITRE VIII

CONCLUSIONS DE LA PREMIÈRE PARTIE

HISTOIRE GÉOLOGIQUE DE LA MANCHE

Carte XV (p. 182)

Je résumerai dans ce chapitre les observations qui viennent d'être faites, en exposant certains traits de l'évolution géologique de la Manche qui ont été mis en lumière par les recherches de géologie sous-marine.

La Manche est une *mer épicontinentale*, un bassin peu profond qui sépare des régions analogues. Si le niveau de la mer s'abaissait de 60 m., la plus grande partie de la Manche orientale se trouverait émergée ; si la dénivellation atteignait 90 m., le bassin presque entier serait abandonné par la mer, sauf une *fosse médiane* étroite et allongée. Le fond de la Manche est une dépendance de la *plate-forme continentale* atlantique qui, à cette latitude, possède une grande largeur et une très faible pente ; il faut aller parfois à plus de 150 milles au delà d'Ouessant ou des Sorlingues pour trouver la falaise sous-marine qui forme la limite véritable de *l'aire continentale* nord-européenne.

Ce régime de mer épicontinentale date d'une époque extrêmement ancienne, même en ce qui concerne la région de la Manche occidentale ; en effet les dragages ont montré que dans cette dernière région les affleurements de roches primaires n'existent guère qu'au voisinage des côtes et que la plus grande partie de la Manche occidentale, aussi bien que la Manche orientale, est couverte par des dépôts marins variés, secondaires et tertiaires ; pendant une grande partie du Secondaire et du Tertiaire la mer a occupé le bassin anglo-franco-belge, qui comprenait aussi la région de la Manche orientale tandis que la Manche occidentale a joué le rôle de *détroit* faisant communiquer cette mer avec l'Atlantique.

On sait qu'à la fin du Primaire il existait sur l'emplacement de la Manche occidentale un *continent armoricain* dépendant de la *chaîne hercynienne* et reliant le massif armoricain aux massifs anciens du Cornwall et du Devon. Au Permien et au Trias, de grandes dépressions représentant des régions d'affaissement se sont formées sur une partie de l'Angleterre et en Normandie ; des masses importantes de sédiments lacustres et lagunaires se sont accumulées dans ces dépressions, en discordance sur les terrains primaires ; la dépression de la côte méridionale d'Angleterre s'étendait considérablement vers l'Ouest : nous avons retrouvé les témoins de cette extension jusqu'au Sud du cap Lizard ; d'autre part la région de la Manche centrale était occupée également par des sédiments permo-triasiques. Ainsi dès le Permien et le Trias la Manche occidentale était une région affaissée prête à être envahie par la mer.

La transgression liasique a certainement submergé une grande partie de la Manche occidentale puisque nous avons trouvé des calcaires hettangiens et lotharingiens au Sud d'Eddystone, d'autres calcaires liasiques au voisinage de la Fosse centrale et des calcaires domériens et toarciens au Nord de Cherbourg. Il est même probable que la *trouée de la Manche*, suivant l'expression de M. Douvillé (581), s'est trouvée réalisée pour la première fois à cette époque.

A l'Oolithique, il semble que la mer ait occupé seulement la Manche orientale et centrale. Au Néocomien, la ligne de rivage devait se trouver à l'Ouest de la Manche centrale : nous avons signalé un affleurement de grès ferrugineux aptien à 30 milles au Sud-Ouest de l'île de Wight.

Au Crétacé moyen et supérieur, la Manche occidentale était occupée par la mer comme l'ont prouvé les dragages ; en effet nous avons recueilli des roches glauconieuses en pleine Manche occidentale, de la craie blanche au Sud d'Eddystone et au voisinage de la Fosse centrale ; de nombreux silex présentant des caractères énigmatiques, mais constituant certainement par leur abondance des témoins d'anciens gisements crétacés, ont été recueillis dans la Fosse centrale, au Nord de la côte bretonne, à l'entrée de la Manche, etc...

Ainsi la trouée de la Manche existait à cette époque et suivant les conditions de température, de profondeur et de courants qui régnaient dans cette région, les *espèces mésogéennes* trouvaient un passage plus ou moins facile pour atteindre le bassin anglo-franco-belge, par exemple les Orbitolines du Cénomanien du Cotentin, les Rudistes du Sénonien de Maëstricht.

Au cours de la régression suivante la Manche a sans doute été soumise à une *érosion subaérienne* intense qui a détruit des masses importantes de craie en abandonnant presque sur place des amas de silex analogues à certains conglomérats à silex du Nord de la France.

La mer yprésienne du bassin d'Aquitaine a laissé des traces de son extension vers le Nord dans la région de Lorient (Gâvre) ; elle s'est peut-être avancée à l'entrée de la Manche. Quant à la mer lutétienne elle a laissé de nombreux témoins de son passage sous forme d'amas de *Nummulites laevigatus* dans la Manche orientale et de calcaires à Milioles, surtout abondants au Nord de la côte bretonne et dans tout le golfe normano-breton ; ainsi pouvaient pénétrer dans le bassin anglo-franco-belge des « essaims » (83) émigrés de la Mésogée ; *Nummulites Brongniarti* qui a pullulé à l'embouchure de la Loire et dans la région de Lorient s'est répandue jusqu'au Nord de Roscoff ; les espèces du Lutétien de la Basse-Loire, en particulier *Alveolina elongata*, *Orbitolites complanatus*, se retrouvent dans les calcaires à Milioles du golfe normano-breton et du Cotentin.

Il est intéressant de constater que la mer lutétienne a entouré complètement les îles anglo-normandes ; l'origine du golfe normano-breton est donc extrêmement ancienne ; il en est de même pour un grand nombre de *dépressions périphériques* de la Bretagne (Mor-Braz, embouchure du Blavet, etc...). Les contours de la mer lutétienne, tels qu'ils résultent de nos dragages, rappellent beaucoup ceux de la mer actuelle, dans la région qui entoure la Bretagne.

Les dragages ne nous ont apporté aucun document concernant l'Oligocène, le Miocène et le Pliocène ; mais il ne faut pas en conclure que la région est restée émergée depuis l'Eocène : nous savons au contraire qu'à différentes reprises il s'est produit d'importantes transgressions qui ont envahi une partie de la Bretagne, de la Normandie et certainement aussi une partie de la Manche (Rupélien, Vindobonien, Sahélien, Plaisancien ?).

On sait que pendant le Quaternaire ont eu lieu de grandes variations de climat et des *mouvements eustatiques* de grande amplitude ; les preuves des oscillations du niveau de la mer se retrouvent des deux côtés de la Manche sous forme de *terrasses marines surélevées*, *de tourbes submergées*, de *vallées sous-marines*. Les dragages ont fait découvrir d'autres témoins de ces oscillations et ont montré que l'abaissement du niveau de base a dépassé dans la Manche une soixan-

CARTE GÉOLOGIQUE DU FOND DE LA MANCHE

Dragages du "Pourquoi-Pas ?" CARTE XV

Ateliers Blondel la Rougery. Paris
Louis Dangeard

LÉGENDE

- Sédiments actuels
- Sédiments quaternaires — bl blocs de roches primaires; se silex éclatés; g galets
- Éocène — n Nummulites; c calcaire
- Crétacé — cr craie; s silex auréolés
- Jurassique — o Oolithique; l Lias
- Permo-Trias
- Primaire
- × Tête de roches sous-marines

taine de mètres. Le fond de la Manche est encombré de dépôts superficiels attribuables au Quaternaire ; les uns se sont accumulés dans les régions qui étaient émergées : ce sont les amas de *silex éclatés et patinés* ; d'autres se sont formés le long du rivage et constituent maintenant des cordons de *galets submergés* ; enfin certains doivent leur origine aux glaces flottantes qui les ont transportés plus ou moins loin de la côte : ce sont les *blocs* de roches variées. Comme il est naturel, il existe des passages entre ces différentes sortes de dépôts.

Les glaciers qui ont couvert la plus grande partie des Iles Britanniques n'ont sans doute pas atteint la côte Sud de l'Angleterre, mais la Manche s'est trouvée tout entière soumise, à certaines époques du Quaternaire, à un *climat subglaciaire* favorisant l'altération des roches, la production et le transport de dépôts superficiels importants ; aussi n'est-il pas étonnant de trouver des *roches exotiques* transportées par les glaces côtières dans les terrasses quaternaires et de nombreux blocs accumulés au fond de la mer.

L'histoire géologique de la Manche, telle que nous la connaissons, est encore bien incomplète : dans le détail, les questions se pressent en foule et il faut attendre de nouvelles observations pour les résoudre.

Cependant, grâce à la géologie sous-marine, les grands traits de son histoire sont déjà mieux connus. On sait quelle a été la fin du continent armoricain qui réunissait la France et l'Angleterre et quel rôle a joué la Manche occidentale au cours des transgressions successives du Secondaire et du Tertiaire ; son histoire a été parallèle dans son ensemble à celle du *détroit du Poitou* et du *détroit morvano-vosgien* qui correspondent eux aussi à des parties affaissées de la chaîne hercynienne.

Enfin on connaît les traces importantes qu'a laissées le Quaternaire au fond de la Manche.

DEUXIÈME PARTIE

Océanographie

La connaissance des *phénomènes actuels*, surtout de ceux qui ont lieu dans le domaine marin, est évidemment indispensable à acquérir pour le géologue : l'océanographie est en quelque sorte un chapitre de la géologie.

Aussi ai-je cru utile de présenter ici le résultat de quelques observations relatives aux organismes perforants et à la sédimentation actuelle ; ces observations ont un intérêt géologique immédiat.

Elles feront l'objet de trois chapitres :

Chapitre IX. — Role des organismes perforants.

Chapitre X. — Sédimentation : A. — Mélanges de sédiments. B. — Lacunes dans la sédimentation.

Chapitre XI. — La glauconie dans les sédiments de la Manche

CHAPITRE IX

Rôle des organismes perforants

Les biologistes ont souvent mis en évidence le rôle important joué par certains organismes perforants, tels que les Cliones (Eponges) dont l'action dévastatrice s'exerce dans les parcs à Huîtres et les *Polydora* (Vers) qui vivent dans les rochers littoraux calcaires. On sait que ces organismes perforants sont nombreux et variés, qu'ils s'attaquent surtout aux coquilles et aux roches calcaires, mais parfois aussi à d'autres roches ; les Oursins, par exemple, sont capables de creuser des alvéoles dans le granite. Des études détaillées ont été publiées sur le mode d'attaque souvent énigmatique employé par ces organismes et sur les perforations qui en résultent. Les observations faites en dehors de la région littorale sont peu fréquentes ; aussi m'a-t-il semblé utile de signaler un certain nombre de faits notés au cours des dragages, en insistant sur l'importance des organismes perforants dans les phénomènes d'érosion sous-marine et de sédimentation.

Algues perforantes. — Il y a déjà longtemps, Bornet et Flahaut (31) ont décrit les nombreuses espèces d'Algues perforantes qui se rencontrent fréquemment dans le test des Mollusques et ont signalé le rôle qu'elles jouent dans la destruction des coquilles. Voici ce qu'ils écrivent à ce sujet : « Il n'est pas douteux que cette corrosion continue de la coquille ne finisse par en amener la destruction totale et ne soit la cause principale de leur disparition dans les baies tranquilles où elles ne sont pas mécaniquement broyées par le roulement incessant des vagues ». Ces Algues perforantes peuvent se rencontrer dans les tests calcaires d'animaux très variés : Foraminifères, Eponges, Echinodermes, Polypiers, Vers, Brachiopodes, Bryozoaires ; on les a trouvées également dans les écailles de Poissons. Nadson (160) a publié récemment une note importante sur les Algues perforantes de la Mer Noire qui s'attaquent non seulement aux bancs d'Huîtres et aux amas de coquillages, mais aussi aux rochers calcaires : « Il faut voir, écrit-il, l'étendue des roches calcaires attaquées par les Algues perforantes pour bien se rendre compte de leur rôle dans la Mer Noire ».

A l'état fossile, les Algues perforantes ont été signalées dans des calcaires graveleux où elles attaquent des débris de tests divers (137). Leurs perforations sont souvent remplies de glauconie (153) ; dans ce cas, une attaque à l'acide chlorhydrique met facilement en évidence les réseaux délicats qu'elles forment dans l'épaisseur des coquilles calcaires. Cette minéralisation se produit dans nos mers à l'époque actuelle (69). J'ai trouvé de nombreux moules glauconieux d'Algues perforantes dans les sables coquilliers de la Méditerranée, du golfe de Gascogne, de la Manche (p. 200). Les réseaux glauconieux s'observent surtout dans le test des Mollusques, mais on en trouve aussi dans celui des Foraminifères, des Bryozoaires, etc. Il serait intéressant de savoir jusqu'à quelle profondeur ces Algues peuvent vivre, exercer leur action destructrice et se minéraliser. Nadson n'en a jamais trouvées de vivantes dans la Mer Noire à une profondeur dépassant 40 m. Il est probable qu'elles peuvent vivre ailleurs à une profondeur beaucoup plus grande. Je les ai, en effet, rencontrées à l'état minéralisé sur toute l'étendue du plateau continental, à l'entrée de la Manche (st. 228, à 75 m.; st. 522, à 80 m.; st. 2.027, à 135 m.), dans le golfe de Gascogne (st. 1.088, à 70 m., carte XVII, p. 263), en Méditerranée (st. 303, à 120 m., carte XVI, p. 256).

A la station 321, faite à 160 m. de profondeur, près du Banc des Blanquières, elles sont très abondantes, les unes à l'état de tubes transparents, les autres transformées en glauconie.

Les Algues perforantes, par suite de leur abondance dans les sédiments calcaires, *jouent un rôle important au point de vue de la destruction des coquilles* ; celles-ci, envahies en tous sens par des tubes ramifiés, deviennent très fragiles et finissent par se briser au moindre choc. Il n'est donc pas nécessaire de faire appel à des courants très violents pour expliquer la formation des amas de coquilles brisées, tels qu'on en drague fréquemment dans la zone néritique; au voisinage du rivage, on peut dire que l'activité des organismes perforants est souvent plus efficace à ce point de vue que le mouvement incessant des vagues. Enfin, les Algues perforantes jouent un rôle dans la transformation des sédiments (fixation du fer, précipitation de la glauconie).

Bryozoaires perforants. — Je n'insisterai pas sur ce groupe d'organismes qui paraît cependant jouer un certain rôle dans la destruction des coquilles et dans la fixation de la glauconie, en particulier pour les sédiments de la Méditerranée ; les observations que j'ai faites à ce sujet sont encore incomplètes.

Eponges perforantes. — Ces organismes comptent parmi les plus répandus et les plus destructeurs. C'est ainsi que M. Topsent (203) qui en a signalé et décrit trois espèces à Luc-sur-Mer, écrit à leur sujet : « Les Eponges perforantes trouvent sur les côtes calcaires du Calvados, les conditions les plus favorables à leur existence. Là, pas une pierre, à la grève comme au large, pas une coquille, de celles qu'elles ont coutume d'attaquer, qui ne porte la marque de leur puissance dévastatrice ». Elles forment des galeries lobées et ramifiées très caractéristiques ; elles s'attaquent à presque toutes les coquilles, sauf à celles qui sont trop minces ou trop nacrées. Elles ont été signalées en dehors de la région littorale. C'est ainsi que Bleicher (27) a étudié des roches calcaires perforées par des Eponges qui avaient été draguées par le « *Caudan* » dans le golfe de Gascogne (st. 20, à 250 m. de profondeur).

Nous avons recueilli, par dragage, des Cliones dans toute l'étendue de la Manche et à toute profondeur (pl. VI, fig. 3, 4, p. 191). Elles jouent un rôle important dans la destruction de roches calcaires diverses : calcaires éocènes, grès glauconieux calcaires, accidents siliceux présentant des parties calcaires, craies, etc.

Voici quelques exemples choisis parmi les stations qui m'ont fourni des Cliones à l'état vivant et groupés par ordre de profondeur croissante :

Station 539. — Au Nord de Bernières, à 23 m. de profondeur. La drague ramène de nombreuses plaques calcaires de l'Oolithique perforées par des Cliones.

Station 220. — Au large de la baie de Saint-Brieuc, à 25 m. de profondeur. Nombreuses plaques de calcaire éocène rongées par des Cliones ; certains échantillons sont réduits à l'état de squelette calcaire friable.

Station 265. — Au voisinage des Pierres de Lecq, à 30 m. de profondeur. Nombreuses plaques de calcaire éocène dont la surface présente des ponctuations régulières (pl. VI, fig. 3) ; la partie interne est souvent réduite à de minces cloisons qui séparent les alvéoles.

Station 395. — Dans la région centrale de la Manche, à 35 m. de profondeur. Plusieurs plaques de craie sont perforées par des Cliones.

Station 394. — Au Sud de Wight, à 40 m. de profondeur. Nombreux échantillons de craie perforés par des Cliones ; on trouve toutes les transitions entre les gros blocs et les petits graviers perforés.

Station 2.030. — Au Sud de Guernesey, à 55 m. de profondeur. Nombreuses plaques de calcaire éocène perforées par des Cliones.

Station 385. — Au large de la côte septentrionale de Bretagne, à 108 m. de profondeur. Accidents siliceux montrant des parties calcaires rongées par des Cliones.

En Méditerranée, j'ai recueilli des coquilles perforées par des Cliones à 160 m. de profondeur.

Lorsque les fragments calcaires détachés de leur affleurement n'offrent plus un abri suffisant ou que les conditions de sédimentation changent, les Cliones meurent en laissant des traces caractéristiques de leur action ; on trouve ainsi fréquemment des *roches trouées* dont l'origine est facile à reconnaître : elles sont roulées par les courants ou ensevelies dans les sédiments ; les perforations se remplissent de sable coquillier actuel.

Vers perforants. — Parmi les Vers destructeurs de calcaire on peut citer les *Polydora*, les *Marphysa*, etc. Les premiers sont abondants dans les roches calcaires de Luc-sur-Mer où ils ont été étudiés par Joyeux-Laffuie (122), dans la craie des rochers littoraux de Dieppe, etc.

Un grand nombre de roches calcaires draguées en Manche ont montré des perforations d'Annélides, par exemple les calcaires liasiques et éocènes, les fragments de craie (pl. VI, fig. 5, 6). Voici quelques observations notées au cours des dragages :

Station 248. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Calcaires liasiques montrant de nombreuses perforations dues à des Vers.

Station 547. — Dans le prolongement oriental de la Fosse centrale, à 65 m. de profondeur Nombreuses plaquettes de craie perforées par des Vers.

Station 235. — Au Sud d'Eddystone, à 78 m. de profondeur. Nombreux blocs de calcaire liasique perforés par des Vers appartenant sans doute au genre *Polydora* (pl. VI, fig. 6.).

Station 525. — Au Sud de Lizard, à 90 m. de profondeur. Accidents siliceux montrant des parties calcaires perforées par des Vers.

Ces observations montrent que les Annélides perforantes se rencontrent dans la Manche à toute profondeur et attaquent des roches calcaires diverses ; leur action s'exerce également sur les coquilles.

Mollusques perforants. — Les Mollusques perforants sont très variés et ils ont fait l'objet de nombreuses études ; ils comprennent des Gastropodes carnivores tels que les Natices qui percent les coquilles grâce à leur *radula* et surtout des Lamellibranches dont les plus connus sont les Pholades. Ils s'attaquent aux roches calcaires, aux bancs d'argile durcie, aux tourbes, aux Polypiers, aux fragments de bois.

Beaucoup de ces animaux se rencontrent, non seulement sur le littoral, mais encore au large. Jeffreys (117) signale, par exemple, que *Gastrochaena dubia* se rencontre à une profondeur variant de 2 à 60 pieds ; que *Pholadidea papyracea* a été draguée à 80 pieds au large de la côte d'Antrim.

M. Cayeux (39, p. 555), étudiant les bancs durcis et perforés de la craie, rappelle que le « *Challenger* » a dragué des nodules perforés à 825 brasses : « Ces nodules sont perforés en tous sens, écrivent J. Murray et A.-F. Renard. Les perforations sont les unes grandes, les autres petites, leur diamètre varie de 1-4 $\frac{m}{m}$. Les plus petites paraissent quelquefois avoir été produites par des Mollusques lithophages ».

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI

Organismes perforants

Fig. 1. — Argile rouge permo-triasique perforée par *Pholadidea papyracea*. Longueur de l'échantillon de gauche : 6 ‰ ½. St. 228, à l'Est du cap Lizard, à 75 m. de profondeur.

Fig. 2. — Plaque de craie jaunâtre perforée par des Mollusques. Longueur : 14 ‰. St. 394, au Sud de Wight, à 40 m. de profondeur.

Fig. 3. — Calcaire éocène rongé par des Cliones. A droite, surface montrant les perforations disposées régulièrement A gauche, coupe montrant le calcaire envahi en profondeur. Longueur de l'échantillon de droite : 8 ‰ ½. St. 265, au voisinage des Pierres de Lecq, à 30 m. de profondeur.

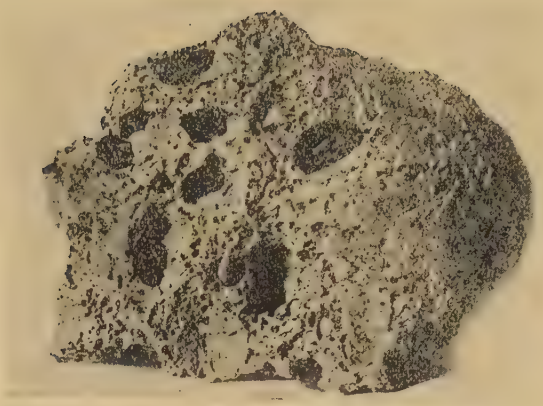
Fig. 4. — Bloc de calcaire blanc, rongé par des Cliones. Longueur : 10 ‰ ½. St. 416, dans la partie axiale de la Manche, à 79 m. de profondeur.

Fig. 5. — Craie blanche perforée par des vers et des Saxicaves. Hauteur de l'échantillon de droite : 9 ‰. St. 394, au sud de Wight, à 40 m. de profondeur.

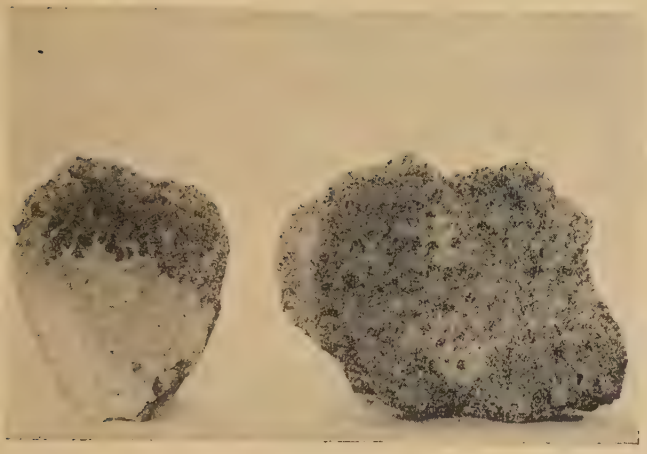
Fig. 6. — Plaque de calcaire liasique perforée par des Vers. Longueur : 14 ‰. St. 235, au sud d'Eddystone à 78 m. de profondeur.

(Clichés L. D.)

1



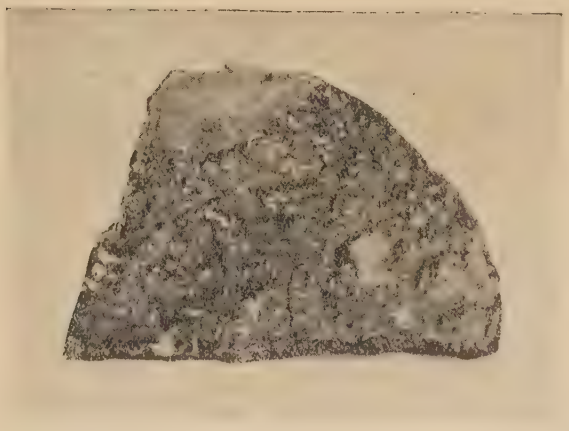
2



3

4

5



6

En Manche, il n'est pas rare d'en recueillir par dragage des exemplaires vivants dans les régions où affleurent des bancs calcaires balayés par des courants énergiques (pl. VI, fig. 1) ; il se produit dans ces régions une *érosion sous-marine* active ; les plaquettes calcaires perforées en tous sens finissent par se détacher de l'affleurement ; on observe fréquemment que les trous de perforants sont réduits à leur partie inférieure, ce qui prouve un décapage plus ou moins rapide (pl. VI, fig. 2). L'action des Mollusques s'exerce non seulement sur les calcaires et les craies mais encore sur les marnes, les grès calcaires, etc.

Voici quelques exemples qui prouvent l'existence dans la Manche, à une grande profondeur, de *surfaces perforées* analogues à celles qui s'observent près du rivage :

Station 539. — Au Nord de Bernières, à 23 m. de profondeur. La drague ramène des plaquettes calcaires (Oolithique), contenant de nombreux exemplaires vivants de *Gastrochaena*. L'extrémité du tube où vit l'animal a un diamètre beaucoup plus considérable que l'orifice. Certains fragments sont perforés en tous sens ; il ne subsiste plus entre les perforations que de minces parois calcaires.

Station 394. — Au Sud de Wight, à 40 m. de profondeur. Plaquettes de craie perforées par de nombreuses galeries de *Pholas parva* et de *Saxicava*. Certaines perforations atteignent 6 ‰ de longueur.

Station 543. — Dans la partie axiale de la Manche, à 46 m. de profondeur. Echantillons de grès calcaire perforés par de nombreux *Gastrochaena*.

Station 244. — Au Sud de Portland, à 50 m. de profondeur. Exemplaires vivants de *Gastrochaena* dans des blocs de calcaire glauconieux.

Station 248. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Nombreux échantillons de calcaire liasique perforés par des *Gastrochaena* recueillis à l'état vivant ; une grande plaque perforée mesure 25 ‰ de longueur.

Station 263. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Exemplaires vivants de Mollusques lithophages dans des plaquettes de calcaire liasique ; plusieurs fragments calcaires dépassent 10 ‰ de longueur.

Station 386. — Au Nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur. Calcaires marneux liasiques perforés par de nombreux Saxicaves ; les galeries sont tapissées d'un enduit calcaire durci ; on observe souvent plusieurs coquilles dans la même perforation.

Station 214. — Au Nord de la Fosse centrale, à 63 m. de profondeur. Nombreux blocs de grès calcaire glauconieux dont la partie supérieure est traversée en tous sens par des galeries de Mollusques perforants ; certaines perforations atteignent 2 ‰ de diamètre.

Station 547. — Dans le prolongement oriental de la Fosse centrale, à 65 m. de profondeur. Nombreux échantillons de craie perforés par des *Gastrochaena*.

Station 228. — A l'Est du cap Lizard, à 75 m. de profondeur. Plaquettes d'argiles rouges traversées en tous sens par des galeries de *Pholadidea papyracea* (pl. VI, fig. 1) dont j'ai recueilli de nombreux exemples vivants ; les perforations atteignent souvent 10 ‰ de longueur et 1 ‰ ½ de diamètre dans la région où vit l'animal ; le long de leurs parois, la marne est bleuâtre comme en surface ; les échantillons perforés sont très friables ; j'ai recueilli également à cette station des Saxicaves.

Station 230. — Au Nord de la Fosse centrale, à 79 m. de profondeur. Nombreuses plaquettes calcaires perforées surtout par des Saxicaves ; un fragment de banc mesurant 40 ‰ de longueur montre une face couverte de perforations souvent réduites à leur partie inférieure.

Station 522. — Au Sud-Est de Lizard, à 80 m. de profondeur. Calcaires argileux rougeâtres montrant de nombreuses perforations de *Pholadidea papyracea*.

Conclusions. — Les organismes perforants jouent donc, en Manche, un rôle très important dans la destruction des coquilles et des roches calcaires aussi bien au large que près du rivage. Les Algues perforantes se rencontrent dans tous les sédiments coquilliers et s'attaquent à toutes les parties calcaires des organismes ; les Cliones et les Vers habitent surtout les coquilles épaisses et peu nacrées. Par suite de ces perforations, les coquilles et les tests calcaires divers deviennent très friables et se brisent sous l'action du moindre courant. Quant aux roches calcaires, elles sont surtout détruites par les Cliones, les Vers, les Mollusques lithophages ; suivant les cas, chacun de ces groupes d'organismes peut jouer le rôle principal ; parfois ils s'attaquent tous en même temps aux mêmes roches : certains blocs de craie recueillis à la station 393, par exemple, sont perforés à la fois par des Cliones, par plusieurs sortes de Vers et par des Saxicaves ; les calcaires éocènes du golfe normano-breton sont surtout détruits par les Cliones, la craie située au Sud de l'île de Wight par des Vers, les argiles permo-triasiques par des Mollusques perforants.

Ces organismes ne s'attaquent pas seulement aux calcaires tendres, aux craies, aux marnes, mais encore aux calcaires primaires durs, aux grès calcaires et parfois même à d'autres roches. Un cas particulier est celui de certains accidents siliceux qui peuvent être débarrassés par les animaux perforants de leur gangue et de leurs témoins calcaires ; leur surface apparaît souvent comme burinée et devenue irrégulière ; les parties dures restent inattaquées et sont en relief.

Les bancs calcaires sont parcourus en tous sens par les galeries des perforants qui rejoignent les cassures anciennes et finissent par isoler des fragments calcaires plus ou moins volumineux ; on trouve souvent tous les intermédiaires entre de gros blocs et des graviers perforés. Les *roches trouées* de la Manche représentent souvent les témoins de bancs calcaires importants et prouvent l'existence d'une érosion sous-marine produisant un *surcreusement* qui est loin d'être négligeable. Joyeux-Laffuie a pu calculer que les rochers du Calvados perdaient 10.000 m³ à chaque génération de *Polydora*. Quelle masse énorme de calcaire est détruite ainsi dans toute la Manche sous l'action combinée des divers organismes perforants ! La vitesse de cette action est difficile à évaluer, mais elle est certainement considérable tant qu'il ne se produit pas de changements dans les courants et les apports de sédiments. Lorsque les conditions de sédimentation changent, les surfaces perforées se trouvent souvent enfouies dans le sable.

Cette érosion sous-marine a sa contre-partie dans la production de débris minéraux ou autres qui vont s'accumuler dans les zones calmes. M. Topsent (203) a observé que les Cliones détachaient de petits corpuscules calcaires qui étaient rejetés au dehors. Dans le cas de grès calcaire ou de calcaire glauconieux, les grains de quartz ou de glauconie sont isolés et se mélangent aux sédiments actuels. Cet apport de matériaux provenant de la destruction de roches sous-marines est considérable.

Les perforations permettent souvent à des organismes délicats, de subsister dans des régions où les courants sont violents ; on trouve de même dans certains gisements géologiques des faunes bien conservées à l'intérieur de trous de Pholades. On sait que, parfois, certains témoins de formation géologiques n'ont été respectés par l'érosion qu'à l'état de remplissages de perforations. J'ai trouvé au fond de la Manche des remplissages fossiles analogues, dont l'âge est tout à fait énigmatique (st. 244, 245).

Il est intéressant d'insister sur l'existence de surfaces perforées à une grande profondeur ; *nous avons récolté des Mollusques perforants vivants à* 60 *m. et même à* 75 *m.* Ces surfaces ressemblent à celles qu'on observe fréquemment dans les calcaires secondaires ou tertiaires du bassin de Paris,

par exemple dans les calcaires bathoniens de Normandie ; de pareilles perforations peuvent donc se produire sous une épaisseur d'eau considérable. La présence d'animaux perforants n'est pas un indice certain de conditions littorales. Il faut noter aussi qu'une surface perforée n'appartient pas nécessairement à un banc fossile ; j'ai souvent dragué en Méditerranée de larges croûtes d'Algues calcaires actuelles perforées par des Lithodomes et des Vers.

CHAPITRE X

Sédimentation

A. — MÉLANGES DE SÉDIMENTS

J'ai déjà eu plusieurs fois l'occasion de noter à quel point les sédiments anciens et actuels se trouvaient mélangés au fond de la Manche. Nous avons souvent dragué par exemple des fossiles éocènes plus ou moins roulés et confondus avec les coquilles actuelles ; quelques-uns n'ont été mis en évidence que grâce à un tamisage et un triage méticuleux. Je citerai les Nummulites trouvées à la station 2.027, les Alvéolines provenant de l'estuaire de la Rance, etc... Des sédiments tertiaires remaniés existent donc parmi les sédiments actuels et il est possible que certaines formations meubles, analogues aux sables redoniens, aient pu être dispersées aisément par les courants et fournir ainsi de nombreux éléments aux sables actuels.

Comme les formations quaternaires jouent un grand rôle dans la Manche, ce sont elles qui offrent le plus d'exemples typiques de ces mélanges. Elles sont composées de terrains meubles qui ont été en partie démantelés ; les éléments volumineux, blocs, galets, silex anguleux, gros graviers, sont restés presque sur place ; ils sont actuellement immobiles au fond de la mer et leur surface est couverte d'animaux délicats. Quant aux éléments plus fins, ils ont été suivant leur taille transportés plus ou moins loin de leur gisement primitif et beaucoup d'entre eux, intimement mélangés aux sédiments actuels, subissent le même sort que ces derniers et sont entraînés au gré des courants.

Il est probable qu'une partie des graviers dragués au large proviennent du remaniement de terrains quaternaires. On observe souvent à leur surface des colonies de Bryozoaires, d'Algues calcaires, d'Hydrozoaires. Tout se passe donc comme si ces graviers, de même que les blocs, étaient anciens ; les courants sont actuellement incapables de leur faire subir un long transport ; tout au plus peuvent-ils parfois les retourner doucement sur le fond. Voici quelques exemples : à la station 385, au large de la côte septentrionale de Bretagne, à 108 m. de profondeur, nous avons recueilli un sable graveleux coquillier qui a été étudié par tamisage ; les tamis suivants ont été employés :

Tamis n°	10 :	largeur des mailles	2 mm. 7
— n°	50 :	—	0 mm. 5
— n°	100 :	—	0 mm. 27

La première portion étudiée comprend les éléments restés sur le tamis n° 10 (graviers) ; elle pèse 109 gr. ; la deuxième portion qui a franchi les mailles du tamis n° 10 et est restée sur le tamis n° 50 (sable moyen) pèse 122 gr.; la troisième portion qui est restée sur le tamis n° 100 (sable fin) pèse 17 gr. 5, et enfin la quatrième portion qui a franchi les mailles du tamis n° 100 (fines) pèse 1 gr. La première portion contient des débris coquilliers et des fragments minéraux dont la

surface porte souvent des colonies d'animaux fixés. Le sédiment normal actuel est un sable moyen. Quelle est donc l'origine des graviers ? Ou bien leur apport est dû à des circonstances exceptionnelles (courants violents, vagues de tempête) ou bien ces graviers sont anciens.

La station 388, au Sud-Est de Guernesey, effectuée à 53 m. de profondeur, a fourni des graviers coquilliers dont l'analyse est la suivante : graviers, 424 gr.; sables moyens, 58 gr.; sable fin, 15 ; gr. fines, 5 gr. Ici encore les éléments minéraux des graviers, dont le poids est compris entre 4 gr. et 1 gr. sont à peu près tous couverts de colonies de Bryozoaires et paraissent d'origine ancienne. La station 404, au Sud-Est du Vergoyer, à 35 m. de profondeur, a fourni un sable graveleux coquillier comprenant 231 gr. de graviers, 76 gr. de sable moyen, 178 gr. de sable fin, 13 gr. de fines ; les graviers sont presque tous couverts de tubes de Serpules et de Mélobésiées. Il est curieux de noter que les sédiments sont mal triés ; ils ressemblent à ceux qu'on trouve dans un estuaire où les courants sont violents et irréguliers. Comme nos dragages ont été effectués à une grande profondeur et comme nous avons souvent observé cette irrégularité dans la texture des sédiments, je crois que l'action des courants ne suffit pas à expliquer ces mélanges.

La station voisine 406, au large de Boulogne, à 30 m. de profondeur, montre un mélange de graviers et de sables encore plus remarquable ; l'analyse fournit 126 gr. de graviers, 19 gr. de sable moyen, 132 gr. de sable fin et 221 gr. de fines. C'est donc le sable très fin qui domine et qui représente le sédiment normal ; les graviers doivent être au moins en partie d'origine ancienne.

Ces mélanges de sédiments s'observent dans d'autres mers et aussi parfois dans la région littorale. Dans le golfe du Lion, Pruvot a distingué (171) la vase côtière et la vase profonde séparées par une bande continue de *sables et graviers du large* ; d'après lui, ces derniers sédiments sont d'origine ancienne car les courants actuels sont manifestement « incapables de transporter au loin des matériaux relativement lourds et volumineux ». La vase actuelle se dépose près du rivage et recouvre peu à peu les sédiments quaternaires : « Les rivières actuelles, écrit Pruvot, restes dégénérés des violents torrents quaternaires ne charrient plus maintenant que des sédiments fins qui se déposent bien avant le bord du plateau et constituent la vase côtière qui recouvre près du rivage les graviers et les sables précédents ».

Au lieu d'invoquer la violence des torrents quaternaires, comme l'a fait Pruvot, pour expliquer la présence de sables et de graviers à une grande profondeur, on peut faire appel aux oscillations des lignes de rivage et attribuer ces sédiments à une époque où la ligne de rivage était située à un niveau inférieur au niveau actuel. La découverte d'un gisement sicilien sous-marin au cap de Creus (173) montre bien qu'il existe dans cette région des formations quaternaires submergées et des coquilles fossiles mélangées aux coquilles actuelles.

Austen (4) a signalé la présence de coquilles littorales sur le banc de la « Petite Sole », au large d'Ouessant ; il en conclut à l'existence d'une ancienne ligne de rivage dans cette région ; il y a donc en ce point mélange des sédiments quaternaires et actuels.

J'ai attribué au Quaternaire (67) des *graviers patinés* dragués au large des îles Glénans, dans le golfe de Gascogne (st. 1.050, 1.051, 1.088, voir carte XVII, p. 263, et Appendice, p. 262) ; j'ai retrouvé des graviers patinés analogues à la station 1.082, au Nord du plateau de Rochebonne ; or, la carte marine indique en ce point l'existence de *sables roux* ; la teinte foncée des sédiments qui a été remarquée par les hydrographes peut correspondre précisément à la patine de nos échantillons.

Si l'on relève sur les cartes marines l'emplacement de ces sables roux, on constate qu'ils forment souvent des traînées importantes au fond du golfe de Gascogne ; on les trouve de la baie d'Audierne à l'embouchure de la Gironde, depuis 30 m. de profondeur jusqu'à 150 m. environ ; ils sont surtout abondants entre l'embouchure de la Loire et celle de la Gironde.

Ces sables roux correspondent peut-être en certains points à des sédiments d'âge quaternaire mélangés aux sables actuels.

Il existe de même, au delà de la « vasière du golfe », une bande de *sables du large* dont la présence pose un problème. Il est possible que ces sables soient en partie anciens (18). Au large de Brest, la carte marine porte l'indication de fonds de sables à des profondeurs de 3 à 400 mètres ; il est bien probable qu'actuellement il ne se dépose pas de sable dans ces parages.

On observe souvent en Bretagne que les sédiments côtiers sont formés en grande partie de sédiments quaternaires remaniés dont les plus volumineux sont restés presque sur place : ce mélange existe par exemple dans la baie d'Yffiniac où les falaises sont constituées par des terrasses quaternaires meubles, blocs, galets, limons, tangues ; dans certaines anses abritées de cette baie peu profonde on remarque un cordon littoral formé de galets et de blocs qui proviennent directement de l'éboulement des falaises et qui ne subissent actuellement aucun transport important.

En résumé, les sédiments quaternaires sont abondants dans la Manche et souvent intimement mélangés aux sédiments actuels : si l'on veut étudier la sédimentation actuelle, il faut tenir compte de ce fait et ne pas oublier que les graviers dont la surface est couverte de bios peuvent être en partie d'origine ancienne. De même une partie des coquilles vides peuvent dater du Quaternaire.

B. — LACUNES DANS LA SÉDIMENTATION

Si l'on consulte les cartes marines, on constate que les *fonds de roche* sont nombreux au voisinage de la côte : sur ces fonds aucune sédimentation ne se produit par suite de la violence des courants qui entraînent les particules détritiques dans des zônes plus calmes ou par suite de la pente trop rapide sur laquelle les sédiments ne peuvent subsister. Il en est de même dans beaucoup de régions plus profondes et les dragages permettent aisément de s'en rendre compte. C'est ainsi que sur un total de 277 fonds étudiés dans la Manche nous avons reconnu l'existence de 20 fonds de roche situés à une profondeur variant de 30 à 80 mètres. Ces fonds correspondent à des *lacunes dans la sédimentation*. De plus nous avons trouvé 121 *fonds pierreux* composés en majeure partie de blocs immobiles depuis longtemps et couverts d'un feutrage d'animaux. Parmi ces blocs les uns sont posés à la surface du sol sous-marin ou entassés les uns sur les autres, d'autres sont plus ou moins enfoncés dans le sable. Dans ces régions, la sédimentation actuelle est encore insignifiante puisqu'elle permet aux formations quaternaires d'affleurer. Dans quelques cas seulement les fonds pierreux profonds correspondent à des régions où les pierres et les galets sont remués par les courants actuels.

Sur les 29 autres fonds, les sédiments actuels possèdent une certaine épaisseur et recouvrent au moins partiellement les dépôts antérieurs ; ces fonds sont situés dans des régions où les courants sont relativement faibles comme au large d'Ouessant, dans la baie qui s'étend de Start Point à Portland, dans la baie de Seine, etc..., quelques bancs sableux paraissent avoir une grande épaisseur, par exemple, le banc de la Schôle, situé au Sud d'Aurigny.

Ainsi en beaucoup de points de la Manche la sédimentation est insignifiante, tandis qu'en d'autres les sables et les vases forment des dépôts épais. On observe de même pour certaines formations géologiques que des bancs épais de plusieurs mètres se terminent en pointe dans des régions où aucun sédiment ne s'est déposé par suite de la violence des courants.

On possède peu de données sur l'épaisseur des sédiments actuels ; cette question intéresse pourtant au plus haut point le géologue. Il est facile de se rendre compte que cette épaisseur est très variable dans nos mers.

En Méditerranée occidentale, la plupart des dragages effectués entre 30 et 200 mètres rencontrent une vase épaisse et gluante qui masque les inégalités du substratum. Cependant dans une douzaine de stations nous avons trouvé des fonds de roche : dans la région des Baléares, au large de la côte de Provence, sur les bancs situés entre la Tunisie et la Sicile. Dans le golfe de Gascogne il en est de même : sur 21 fonds étudiés nous avons trouvé 6 fonds de roche. Dans l'Atlantique Nord, les fonds de roche sont relativement fréquents, en particulier sur le banc de Rockall et sur le banc Bill Bailey. Le « *Michael Sars* » (166) a dragué au Sud-Est de l'Irlande, à une profondeur de 5.886 pieds, des blocs glaciaires dont l'accumulation date du Quaternaire. Il faut donc supposer que depuis cette époque la sédimentation n'a pas été suffisante pour recouvrir ces amas de blocs. Dans l'Archipel Indien le « *Siboga* » (219) a fréquemment trouvé des fonds rocheux et pierreux à une grande profondeur : à 270 m. (st. 107), à 310 m. (st. 31), et même à 1.901 m. (st. 119).

Ces quelques exemples suffisent à montrer que dans les mers actuelles il existe de nombreux points où la sédimentation est insignifiante, même à de grandes profondeurs Pour la Manche ces lacunes dans la sédimentation sont très nombreuses par suite du régime des courants.

CHAPITRE XI

La Glauconie dans les sédiments de la Manche

La glauconie est un minéral tendre, de couleur verte, qui s'observe dans des terrains sédimentaires d'âge très varié et qui se forme encore actuellement au fond des mers. On la trouve généralement sous forme de *grains* ou de *moules d'organismes*. Elle est intéressante à beaucoup de points de vue ; elle prend une part importante à la constitution de certaines roches, les craies vertes, les gaizes, etc... ; elle permet la fossilisation délicate d'organismes comme les Foraminifères de l'Éocène ou de fragments d'organismes tels que les spicules d'Éponges de la craie ; elle joue un grand rôle dans la formation des sédiments actuels qu'on appelle les *boues vertes* et les *sables verts*.

C'est un silicate hydraté d'alumine, de fer et de potasse, plus ou moins magnésien. Les analyses qui ont été publiées à son sujet ne donnent pas toutes les mêmes résultats par suite des impuretés qui accompagnent souvent la glauconie (grains de quartz, matières argileuses ou organiques) et qui sont difficiles à éliminer, par suite aussi du manque d'homogénéité du matériel employé qui contient souvent des grains de couleur différente : les grains vert sombre représentent seuls de la glauconie typique, tandis que les grains de couleur pâle sont constitués par de la *glauconie imparfaite*.

Ce minéral montre, d'ailleurs, diverses manières d'être ; dans certains gisements du Cambrien d'Amérique (188) on connaît de nombreux cristaux tandis que dans d'autres terrains les cristaux sont exceptionnels ; la glauconie possède, en effet, ordinairement une structure cryptocristalline c'est-à-dire qu'elle se montre formée d'amas de paillettes cristallines très fines ; dans les grains actuels on observe souvent un centre amorphe et une auréole cristalline ; enfin la glauconie est considérée par beaucoup d'auteurs comme ayant des propriétés colloïdales très nettes. Un problème important se pose au sujet du rôle que joue la matière organique dans la genèse de la glauconie. D'après l'école de Murray et de Renard (59) toutes les formes de la glauconie actuelle dériveraient d'une seule : les grains proviendraient de moules préexistants ; ainsi la matière organique contenue dans les coquilles et dans la boue argileuse qui les emplit aurait une action importante. M. Cayeux (40) a montré depuis longtemps que la glauconie fossile prenait souvent naissance en dehors des organismes : il a fait connaître de la glauconie tardive, épigénisant des rhomboèdres de calcite, emplissant des fentes ; dans un travail récent sur des roches de Belgique (41) il a montré que ce minéral pouvait jouer le rôle de ciment dans certaines roches, pouvait aussi former des sortes d'oolithes composées comparables aux oolithes ferrugineuses. Il en conclut que l'histoire de la glauconie, comme celle des oolithes ferrugineuses, doit s'expliquer en partie par l'intervention d'agents biochimiques et en particulier par l'action des Bactéries.

La glauconie est considérée comme caractéristique des formations marines ; elle n'a jamais

été signalée dans des sédiments d'eau douce. Les observations concernant la répartition de ce minéral dans les mers actuelles sont dues principalement aux savants du « Challenger Office »; elles sont résumées dans le travail déjà cité de M. Collet (54).

D'après Murray la glauconie se trouve presque entièrement cantonnée dans les *dépôts terrigènes* ; elle est relativement rare ou totalement absente au centre des grands bassins océaniques. Elle peut exister en faible quantité dans les *boues à Globigérines* ou dans d'autres boues à condition qu'elles reçoivent des apports de matières terrigènes ; mais elle s'observe surtout dans certains sédiments : les boues vertes et les sables verts. Dans ces dépôts se trouvent une grande quantité de grains verts ovales simples ou composés et des moules d'organismes, principalement des moules de Foraminifères (Globigérines). Les boues vertes et les sables verts « sont presque toujours développés le long des côtes escarpées et exposées, où aucun grand fleuve n'apporte de matières détritiques dans la mer, à une profondeur n'excédant généralement pas 2.000 m.» (54, p. 186). On trouve généralement ces sédiments en dehors de la ligne de 100 brasses (183 m.) et la glauconie apparaît sous la forme la plus typique et avec le plus d'abondance au voisinage de la ligne de vase (2.000 à 3.000 m.), là où cesse l'action des vagues et des courants de marée. Aucun sable glauconitique typique n'a été rencontré en voie de formation dans les zones littorale et sublittorale.

Cependant il faut noter qu'on a signalé de la glauconie à moins de 200 m. de profondeur, mais, en général, son origine n'a pas été discutée, et la question se pose de savoir si elle est actuellement en voie de formation ou si elle dérive de sédiments glauconieux fossiles existant en falaise ou sous la mer. Les expéditions océanographiques ont surtout effectué des dragages dans les grands fonds de sorte qu'à certains points de vue les sédiments de la plate-forme continentale sont moins bien connus que les autres ; aussi la glauconie qui se forme actuellement dans la zone néritique a-t-elle généralement échappé aux observations. Les savants du « *Challenger* » (159) ne citent qu'une douzaine de stations effectuées à une profondeur comprise entre 10 et 50 m. qui ont fourni des grains de glauconie et des moules de Foraminifères plus ou moins imparfaits. D'après M. Collet la glauconie a été trouvée par le « *Blake* » le long de la côte des Etats-Unis à une profondeur variant de 91 à 183 m. par le « *Buccaneer* » le long de la côte occidentale d'Afrique, à 82 m. et 121 m. Le « *Valdivia* » (158) a dragué des dépôts glauconieux à 146 m. près de la côte d'Afrique, à 105 m. sur l'Agulhas Bank. Le traitement de ces sédiments par un acide libère des moules d'organismes qui, auparavant, n'étaient pas visibles et qui comprennent non seulement des moules de Foraminifères variés, mais aussi des moules de Bryozoaires, de piquants d'Oursins, etc... Parmi ces moules, les uns sont de couleur pâle, ils contiennent plus d'argile que les moules glauconieux typiques ; d'autres sont brunâtres et riches en fer. Ces moules glauconieux trouvés par le « *Valdivia* » ressemblent beaucoup à ceux que j'ai signalés dans les sédiments de la Méditerranée. Ces recherches anciennes ont donc prouvé déjà l'existence de glauconie actuelle se formant à moins de 200 m. de profondeur. J'ai cherché à étendre ces résultats à tous les sédiments de la zone néritique. M. Thiébault (196), qui vient de faire paraître une thèse sur les sédiments argilo-calcaires du bassin de Paris, signale la présence de grains de glauconie dans les lagunes de la région d'Aigues-Mortes. Il a montré que les dépôts néritiques du bassin de Paris étaient caractérisés par la présence d'une phyllite voisine de la glauconie.

J'ai eu l'occasion d'étudier un grand nombre de sédiments récoltés par le « *Pourquoi-Pas ?* » à la surface du plateau continental dans la Méditerranée, la Manche, la Mer du Nord, l'Atlantique. J'ai reconnu (69) que la glauconie existait avec une certaine abondance dans beaucoup de ces sédiments sous forme de grains ou de moules d'organismes variés à test calcaire (pl. VII

et VIII). L'étude de ces moules permet d'affirmer que ce minéral se forme encore actuellement ; c'est ainsi que dans la Méditerranée les sables vaseux et les vases calcaires de la plate-forme continentale contiennent une grande quantité de glauconie formée à l'intérieur d'organismes très divers : Foraminifères, Polypiers, Bryozoaires, organismes perforants des coquilles. La station 301, par exemple, effectuée au large d'Almeira, à 60 m. de profondeur, a fourni une vase coquillière montrant de nombreux organismes bourrés de glauconie bien typique ; Globigérines, Polystomelles, Miliolidés, Textularidés, Bryozoaires, Gastropodes, piquants d'Oursins, Algues perforantes. La station 321, effectuée sur le banc des Blanquières, à 160 m. de profondeur, présente aussi de nombreux moules glauconieux de Foraminifères, de Bryozoaires, d'Algues perforantes (pl. VII et VIII).

Les sédiments du golfe de Gascogne fournissent de la glauconie moins abondante que ceux de la Méditerranée, mais cependant bien typique ; la station 1.079 effectuée au large de la côte des Landes, à 119 m. de profondeur, montre de la glauconie relativement abondante à l'intérieur des Globigérines, des Textulaires, etc... La station 1.085, au large de la vasière du golfe, à 155 m. de profondeur, fournit une vase coquillière dans laquelle on observe des moules de Globigérines, de Textulaires, de Milioles, de Polystomelles, de Bryozoaires, etc...

J'ai fait des observations analogues pour la Mer du Nord, les fjords d'Écosse, la Mer d'Irlande. Dans les sédiments recueillis sur les bancs de Flandre, il est difficile de distinguer la glauconie fossile de celle qui se forme encore actuellement. Cependant j'ai observé au voisinage du banc Ruytingen de beaux réseaux glauconieux d'Algues perforantes qui semblent bien actuels (station 2.104, p. 269). Au Loch Broom (Écosse) j'ai dragué des sédiments à une douzaine de mètres de profondeur, au voisinage du mouillage : ils m'ont fourni de nombreux moules glauconieux de Foraminifères, de Bryozoaires et d'Algues perforantes.

Les moules glauconieux sont également fréquents dans la Mer d'Irlande (st. 2.125, à 80 m. ; st. 2.126, à 58 m., p. 274).

J'ai étudié spécialement la glauconie contenue dans les sédiments de la Manche, aussi en parlerai-je plus longuement. J'avais reconnu depuis plusieurs années que ces sédiments contenaient fréquemment des grains de glauconie ; en 1923, un examen rapide effectué au microscope binoculaire m'avait permis d'observer de la glauconie dans une trentaine d'échantillons de dragage. Je pensais que la plupart de ces grains provenaient de la destruction de roches crétacées et éocènes mais je me demandais si quelques-uns n'avaient pas une origine récente. En m'inspirant d'une technique qui avait donné à M. Milon de bons résultats dans l'étude de la glauconie des faluns tertiaires (153), j'ai pu mettre en évidence l'existence de nombreux moules glauconieux. Les sédiments ont été décalcifiés avec de l'acide chlorhydrique dilué et examinés au microscope binoculaire ; suivant les cas, j'ai effectué une décalcification lente et progressive ou, au contraire, une décalcification totale dans l'acide chlorhydrique chaud. Un triage mécanique a été souvent utile pour concentrer les moules glauconieux avant l'examen microscopique.

Je décrirai une série d'échantillons choisis parmi les plus typiques, en commençant (1) par ceux qui ont été recueillis par dragage depuis l'entrée de la Manche occidentale, où la profondeur dépasse 100 m., jusqu'en Manche orientale ; j'étudierai ensuite (2) les sédiments recueillis le long des grèves bretonnes et enfin (3) ceux de l'estuaire de la Rance.

1. — SÉDIMENTS RECUEILLIS PAR DRAGAGE

Station 2.027. — Au Nord du banc Shamrock, à 135 m. de profondeur. Le sédiment est un sable coquillier contenant de nombreux grains de glauconie : on peut supposer que la plupart d'entre eux proviennent de la destruction de roches éocènes ; en effet, cette station a fourni des grès cal-

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII

Glauconie de la Zone néritique

Méditerranée

Fig. 1. — Vase coquillière décalcifiée montrant plusieurs moules glauconieux ; P, piquant d'Oursin ; M, Miliole St. 301, au large d'Almera, à 60 mètres de profondeur (grossissement × 20 diamètres).

Fig. 2. — Même vase décalcifiée : P, piquant d'Oursin ; G, Globigérine ; M, Miliole. St. 301 (grossissement × 20 diamètres).

Manche

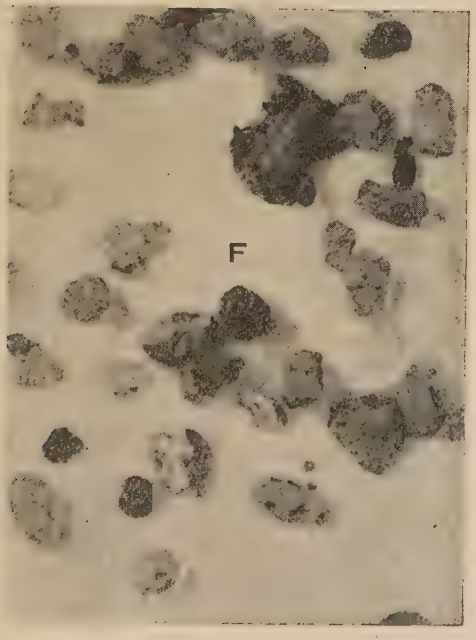
Fig. 3. — Vase sableuse décalcifiée montrant un moule glauconieux de Foraminifère spiralé (F.). St. 256, au large du cap d'Antifer, à 25 mètres de profondeur (grossissement × 20 diamètres).

Fig. 4. — Même vase décalcifiée, montrant un moule glauconieux de Miliole (M.). St. 256 (grossissement × 20 diamètres).

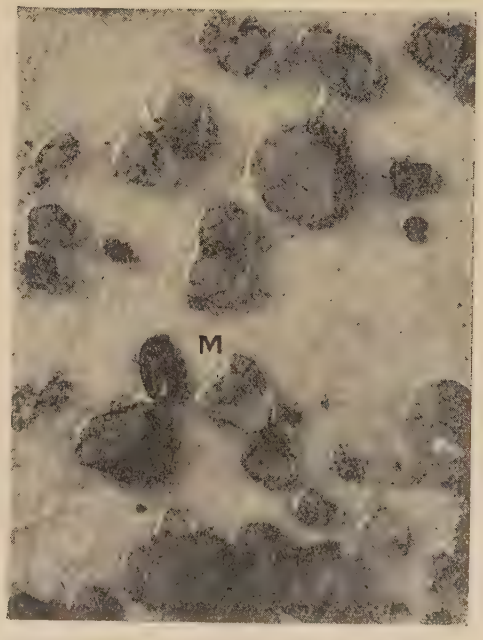
(Clichés Henri Ragot, Paris)

1

2



3



4

caires glauconieux et des Nummulites. Mais la glauconie présente aussi d'autres manières d'être : en décalcifiant des coquilles de Spirorbes, j'ai trouvé que les premiers tours, ou plus rarement la coquille entière, se trouvaient parfois moulés par de la glauconie vert pâle ou vert foncé (pl. VIII, fig. 29) ; la proportion des coquilles moulées est d'environ 1 sur 6. Les Spirorbes examinés étaient fixés sur des fragments calcaires (test de Balanes) et sur des coquilles de Lamellibranches actuels (*Venus ovata*, *Pectunculus glycimeris*, etc.) ; ces Spirorbes sont donc bien actuels et nous avons ainsi la preuve que la glauconie qui les emplit est de formation récente. Il faut remarquer que certains moules présentent une couleur jaunâtre ou vert très pâle : il y a lieu de les assimiler aux « moules imparfaits » qui, d'après Murray, représentent des stades de formation de la glauconie. On observe souvent sur la même coquille plusieurs Spirorbes fixés dont quelques-uns seulement présentent un moulage. Le boudin glauconieux est parfois brunâtre vers l'ouverture du Spirorbe comme s'il y avait oxydation.

Le sable coquillier contient de nombreux fragments de test de Balanes parcourus par des canaux rectilignes; j'ai constaté que ces canaux étaient parfois remplis par une matière cireuse jaunâtre ou verdâtre s'écrasant comme de la pâte sous le scalpel ; on trouve aussi, à l'intérieur des canaux, des grains de glauconie qui semblent avoir été logés mécaniquement, ainsi que des grains de quartz.

J'ai observé également de nombreux moules glauconieux d'Algues perforantes, formant des réseaux délicats et des moules bruns de Foraminifères et de Bryozoaires ; il est difficile de savoir si ces derniers sont actuels ou proviennent de l'Eocène. Quant aux grains, il est probable que la plupart d'entre eux sont à l'état remanié ; en effet, la destruction des grès calcaires éocènes par les animaux perforants doit libérer de nombreux grains de glauconie. Mais il est curieux de noter que certains grains peuvent dériver de moules ; j'ai observé, à l'ouverture d'une coquille de Spirorbe, un moulage verdâtre court ressemblant à un grain ; un moule jaunâtre de test de Balane a présenté à son extrémité une masse ovoïde vert foncé qui, une fois détachée, aurait pu être confondue avec certains grains.

Station 2.028. — A l'entrée de la Manche occidentale, à 102 m. de profondeur. La drague ramène du sable coquillier contenant des grains de glauconie et montrant, après décalcification, des moules verdâtres de Bryozoaires (plusieurs espèces), de Milioles, de Balanes, d'Algues perforantes. J'ai observé, comme à la station précédente, une masse allongée vert pâle terminée par un grain de glauconie vert sombre.

Station 228. — A l'Est du cap Lizard, à 35 m. de profondeur. Le sable coquillier fournit un grand nombre de moules de Bryozoaires, d'Algues perforantes, de Milioles : beaucoup de ces moules sont brunâtres.

Station 540. — Au Nord de Ouistreham, à 31 m. de profondeur. Sable coquillier contenant des grains de glauconie relativement nombreux ; après décalcification on observe surtout des moules de Bryozoaires, de Foraminifères et des réseaux d'Algues perforantes.

Station 408. — Près de la Queue du Colbart, à 32 m. de profondeur. Le sédiment actuel est un sable moyen contenant beaucoup de débris d'Algues calcaires. Les réseaux glauconieux représentant le moulage d'Algues perforantes sont nombreux ; ils montrent souvent des masses vertes plus ou moins arrondies qui, une fois détachées, peuvent ressembler à des grains de glauconie.

Station 256. — Au large du cap d'Antifer, à 25 m. de profondeur. Cette station est particulièrement intéressante pour l'étude de la glauconie (pl. VII, fig. 3, 4 ; pl. VIII, fig. 36, 37, 38) ; elle a fourni une vase coquillière de couleur légèrement verdâtre montrant, après décalcification, de nombreux moules de Foraminifères : *Rotalia Beccarii*, Polystomelles, Milioles ; il y a tout lieu de supposer que ces moules sont actuels ; *Rotalia Beccarii* est une des espèces de Foraminifères les plus

communes de la faune actuelle. En triant des coquilles de *Rotalia*, on en observe environ une sur six emplie de glauconie. On trouve aussi des moules de Bryozoaires, de Polypiers et, comme dans toutes les stations, des moules d'Algues perforantes. J'ai rencontré un débris glauconieux représentant un fragment de moule d'Alvéoline (pl. VIII, fig. 38) ; ce fragment doit provenir du remaniement de sédiments éocènes. Il a peut-être subi un long transport, car nous n'avons pas dragué de calcaires éocènes dans le voisinage de cette station.

Baie de Morlaix. — A 26 m. de profondeur. Le sédiment a été recueilli à bord du « *Pluteus* », bateau de la station maritime de Roscoff ; il a fourni des moules de Foraminifères et de nombreux moules d'Algues perforantes souvent bien verts.

J'ajoute, à titre documentaire (p. 207), une liste des stations où l'on trouve de nombreux grains de glauconie décelables au microscope binoculaire sans triage, en indiquant à l'aide d'une ou de plusieurs croix le degré d'abondance relative noté sur mon carnet sans mesures spéciales.

2. — SÉDIMENTS COTIERS

J'ai recherché la glauconie dans un grand nombre de sédiments recueillis sur les grèves de Bretagne. Ces sédiments sont formés de débris minéraux provenant de l'altération des roches de la côte et de fragments d'organismes, surtout de fragments calcaires : coquilles de Gastropodes, de Lamellibranches, de Foraminifères, tests de Bryozoaires, de Balanes, spicules d'Eponges. Les animaux qui ont fourni ces débris calcaires ont vécu généralement au voisinage de la côte et leurs restes ont été acheminés vers la plage par les courants et par les vagues. Comme la décalcification de ces débris calcaires m'a fourni de nombreux moules glauconieux on peut affirmer que de la glauconie d'origine récente existe dans le « district côtier ». Presque tous les sédiments calcaires contiennent un peu de glauconie, mais elle est surtout fréquente dans certains sables vaseux coquilliers. En voici un certain nombre d'exemples typiques :

Sable de la plage de Bonabri, près d'Hillion (Côtes-du-Nord). — La glauconie est surtout abondante dans le sable vaseux recueilli au milieu de la plage, à marée basse ; mais elle existe aussi dans le sable fin de la dune située à l'Est et dans le cordon coquillier, au niveau des hautes mers. On observe d'assez nombreux grains de glauconie simples ou mamelonnés dont l'origine est énigmatique, des moules de Foraminifères, en particulier de *Rotalia Beccarii*. J'ai trié un grand nombre d'échantillons de ce Foraminifère et constaté qu'un échantillon sur trois ou quatre se trouvait empli de glauconie ; avec un peu d'habitude, on peut même voir sans décalcification la glauconie à l'intérieur des loges. *Rotalia Beccarii* est une espèce commune de la faune actuelle ; il est difficile de supposer que les échantillons de ce Foraminifère qui contiennent de la glauconie proviennent précisément de sédiments anciens remaniés. Je crois donc qu'on peut affirmer que la glauconie se forme actuellement dans les loges de Foraminifères des sédiments côtiers. Les sables de Bonabri contiennent, en outre, des moules de Bryozoaires et d'Algues perforantes.

Sable vaseux de la plage de Lermot, près d'Hillion (Côtes-du-Nord). — Ce sable m'a fourni des moules de *Rotalia Beccarii*, un beau moule de Textulaire et des réseaux glauconieux d'Algues perforantes.

Sable coquillier de Lancieux (Côtes-du-Nord). — Le sédiment a été recueilli à marée basse sur un petit banc situé au niveau des zostères ; il m'a fourni de nombreux moules glauconieux, tandis que le sable de la plage de l'Ilet en paraît presque totalement dépourvu. Les moules les plus abondants sont ceux de Foraminifères : Miliole, *Rotalia Beccarii*, Textulaire ; j'ai observé un moule de Textulaire montrant trois loges brunes et trois loges bien vertes. Il existe, en outre, des moules de Bryozoaires et des réseaux verts d'Algues perforantes.

3. — SÉDIMENTS DE L'ESTUAIRE DE LA RANCE

J'ai profité de l'installation du laboratoire de Saint-Servan, dirigé par M. MANGIN, pour étudier les sables de la région et effectuer quelques dragages dans l'estuaire de la Rance. Voici la description des sédiments qui m'ont donné les résultats les plus intéressants (pl. VIII, p. 211) :

SABLE DE LA PLAGE DE BON-SECOURS, à Saint-Malo. — Sans décalcification, on observe déjà des débris coquilliers traversés par des tubes vermiculés glauconieux ; ces débris calcaires sont blancs ou patinés. Par décalcification, on isole de nombreux réseaux ou fragments de réseaux bien verts qui présentent parfois des masses plus ou moins ovales ou arrondies imitant des grains. Il existe aussi des moules de Foraminifères (*Rotalia Beccarii*) et de Bryozoaires.

DRAGAGE N° 1, au Nord-Ouest du fort Harbour. — La récolte a été faite au moyen d'une petite drague de THOULET renforcée, construite à l'Office des Pêches ; cette drague m'a été donnée par le commandant CHARCOT. J'ai recueilli un sable coquillier contenant des moules de Bryozoaires, de nombreux réseaux bien verts d'Algues perforantes, dont quelques-uns portaient des masses renflées ; j'ai observé aussi des moules de canaux de Balanes et des moules bien verts de Foraminifères (*Rotalia Beccarii*, Miliole) ; un moule de Miliole présentait à sa surface un fin réseau vert provenant d'Algues perforantes logées dans la coquille.

DRAGAGE N° 2, au Nord du « crapaud des Beys ». — Ce dragage m'a fourni un sable coquillier qui montre, après décalcification, une grande quantité de moules glauconieux bien verts et aussi des moules bruns. J'ai observé de nombreux moules d'Algues perforantes dont quelques-uns présentaient des épaississements, des moules de Foraminifères (Foraminifères rotaliformes, Milioles) et de Bryozoaires ; un moule de Miliole présentait à sa surface un fin réseau comme dans le sable précédent. J'ai noté la présence de deux fragments de moules d'Alvéolines ; ces Foraminifères se trouvent mélangés aux coquilles actuelles ; ils proviennent sans doute de sédiments éocènes analogues à ceux que j'ai signalés en plusieurs points du golfe normano-breton.

BANC DE SABLE situé en face du laboratoire de Saint-Servan. — J'ai recueilli plusieurs échantillons de sable coquillier sur ce banc qui découvre à marée basse ; tous se sont montrés riches en moules glauconieux (pl. VIII, fig. 41, 42) ; les moules d'Algues perforantes sont nombreux et bien verts ; ils présentent souvent des masses vertes ressemblant à des sporanges qui auraient été transformés en glauconie (pl. VIII, fig. 42). J'ai observé des moules de Bryozoaires, de canaux de Balanes et un grand nombre de moules de Foraminifères (Milioles abondantes, Foraminifères rotaliformes). Comme l'échantillon de dragage précédemment étudié, ce sable contient des Alvéolines remaniées ; j'en ai trouvé un gros fragment moulé par une matière brune.

SABLE DE PORT-SAINT-JEAN. — Cette localité est située sur les bords de la Rance, à environ 7 milles de l'embouchure. L'échantillon a été recueilli par M. FISCHER, sous-directeur du laboratoire de Saint-Servan, qui m'a également fourni les renseignements suivants sur les conditions physiques qui règnent en ce point ; je suis heureux de l'en remercier. En pleine mer de vive eau, l'eau y est identique à celle du large, mais en morte eau et surtout aux basses mers de vive eau, elle présente de grosses différences ; la salinité tombe souvent de 35 % à 20 % et parfois 15 et jusqu'à 10,3 % (avril 1927). Le *p*H varie moins : il s'abaisse à 7,9 au lieu de 8,1 et s'élève parfois à 8,3. La teneur en matières organiques dissoutes atteint facilement le double de celle de la pleine mer. L'eau est très trouble à marée basse : elle contient plus de 2 grammes de cendres par litre (eau du littoral : 8 milligrammes).

L'échantillon examiné est formé de sable vaseux calcaire ; il contient, comme les échantillons précédents, un grand nombre de moulages glauconieux (pl. VIII, fig. 39) : Algues perforantes,

GRAINS DE GLAUCONIE

Numéro	Situation	Profondeur	Abondance relative
	A. — Entrée occidentale de la Manche		
530	Au Nord d'Ouessant	96 m.	+
534	A l'extrémité occidentale de la Fosse centrale	84 —	+
2.023	A l'Ouest du banc Shamrock	135 —	+++
2.024	A l'Ouest du banc Shamrock	160 —	+++
2.025	Au voisinage du banc Shamrock	150 —	++
2.026	Sur le banc Shamrock	130 —	+++
2.027	Au Nord du banc Shamrock	135 —	+++
	B. — Manche occidentale		
421	Entre Jersey et Guernesey	55 m.	++
422	A l'Ouest de Jersey	45 —	+
518	Dans la partie axiale de la Manche	70 —	+++
520	Au Sud du cap Lizard	80 —	+
521	Au Sud-Est du cap Lizard	86 —	+
522	Au Sud-Est du cap Lizard	80 —	+
523	Entre Lizard et Penzance	40 —	+
524	Au Sud-Est de Penzance	80 —	+
526	Entre la Bretagne et la Cornouaille	97 —	+
527	Entre la Bretagne et la Cornouaille	91 —	+
2.005	Au large de la côte de Roscoff	91 —	++
	C. — Manche orientale		
404	Au Sud-Ouest du Vergoyer	35 m.	++
405	Au pied de la Bassure de Baas	30 —	++
406	Au large de Boulogne	30 —	++
407	Dans le Creux de Lobourg	45 —	++
409	A 7 milles de Dungeness	35 —	++
410	Au large de Hastings	35 —	++
411	A l'Ouest de la Bassurelle	40 —	++
413	Près de la Queue de la Bassure	37 —	++
414	Au large de Dieppe	20 —	++
416	Dans la partie axiale de la Manche	79 —	++
538	Au Nord d'Arromanches	22 —	+
539	Au Nord de Bernières	23 —	++
540	Au Nord de Ouistreham	31 —	+++
542	Au large de Fécamp	36 —	+
543	Dans la partie axiale de la Manche	46 —	+
544	Dans la partie axiale de la Manche	51 —	+
545	Au Sud de Beachy Head	64 —	+++

Bryozoaires, Milioles, Foraminifères rotaliformes. Ces fragments glauconieux doivent avoir été, au moins en partie, apportés de l'embouchure par les courants. Le fait intéressant à retenir est l'abondance de la glauconie au fond d'un estuaire. Deux moules de Milioles présentaient, au centre, un grain ovale ressemblant à un grain ordinaire de glauconie.

Le sable de Port-Saint-Jean est remarquable par l'abondance des grains de glauconie (pl. VIII, fig. 30 et 31, p. 211); on observe des grains homogènes de forme ovale ou arrondie, des grains mamelonnés allongés ou élargis. Comme les grains de glauconie sont assez rares dans les sédiments de la Rance précédemment étudiés, il est possible que ceux de Port-Saint-Jean soient d'origine récente, au moins en partie et qu'ils aient trouvé, dans cette partie de l'estuaire, des conditions favorables à leur formation ; en effet, on ne voit pas pour quelles raisons des grains remaniés se seraient accumulés en ce point. Peut-être les grains de glauconie se sont-ils formés à partir de petits coprolithes qu'on trouve souvent en abondance dans les estuaires ?

Conclusions. — La glauconie actuelle s'observe donc en plus ou moins grande abondance dans toute l'étendue de la zone néritique : je l'ai observée dans les sables coquilliers dragués en Manche, dans les sables des plages, dans les sédiments de l'estuaire de la Rance, jusqu'à Port-Saint-Jean. Les dépôts qui contiennent le plus de moules glauconieux sont les sables coquilliers, les vases à Foraminifères; les sédiments pauvres en calcaire sont également pauvres en moules glauconieux.

La glauconie se présente dans la zone néritique sous forme de grains ou de moules. Les grains sont simples ou composés, de forme ovale ou mamelonnée (pl. VIII, fig. 30 à 35); ils paraissent provenir en majeure partie de la destruction de roches éocènes et crétacées ; ils sont très abondants dans les régions où nous avons dragué des calcaires glauconieux éocènes (banc Shamrock, banc du Vergoyer, Bassure de Baas). Il n'est pas impossible que certains grains soient d'origine récente : cela paraît être le cas de ceux de Port-Saint-Jean. D'autre part, les moules glauconieux présentent parfois des masses vertes qui ressemblent à des grains (pl. VIII, fig. 23, 42) et qui peuvent s'isoler par suite de la destruction partielle des moules (réseaux d'Algues perforantes, Spirorbes, Balanes, Milioles).

Parmi les moules les plus abondants, il faut citer ceux des Algues perforantes : on peut dire que presque tous les sédiments coquilliers en contiennent (pl. VIII, fig. 41, 42). Les coquilles actuelles sont d'ailleurs presque toujours parasitées par des Algues appartenant à plusieurs espèces qui forment des réseaux enchevêtrés à l'intérieur du test. En examinant un sable coquillier non décalcifié, il n'est pas rare de voir des fragments de coquilles blanches ou patinées montrant de petits points verts qui correspondent à l'extrémité des tubes d'Algues transformés en glauconie ; par décalcification progressive on isole des tubes ramifiés formant une trame plus ou moins serrée (pl. VIII, fig. 40). L'importance de ces Algues dans la destruction des coquilles est énorme ; elle a été mise en évidence par Bornet (31). Nadson a signalé (160) que les Algues perforantes attaquaient aussi les roches calcaires. Quelquefois les moules d'Algues perforantes ne sont pas formés de glauconie typique ; ils sont bruns ou jaunâtres. Il y a donc là un milieu particulièrement favorable à la précipitation de certaines substances chimiques, à la minéralisation des matières organiques.

Les moules glauconieux de Foraminifères sont également très nombreux ; dans la zone bathyale on trouve surtout des moules de Globigérines, mais dans la zone néritique on observe des moules très variés (pl. VIII) ; moules de *Rotalia Beccarii*, de Polystomelles, de Textulaires, de Milioles et de bien d'autres Foraminifères.

J'ai signalé l'existence de moules glauconieux d'Alvéolines remaniées au milieu des sédiments actuels, près du cap d'Antifer et dans la région de Saint-Malo (pl. VIII, fig. 38) ; ces Alvéolines proviennent évidemment de la destruction de sédiments éocènes dont les débris peuvent être

entraînés par les courants très loin de leur gisement. Cette observation montre à quel point il faut se méfier des mélanges de faune. Dans la Manche, les principaux terrains pouvant avoir fourni des Foraminifères aux sédiments actuels sont les suivants : *a)* Quaternaire — les sables et les argiles quaternaires possèdent une faune de Foraminifères qui rappelle la faune actuelle, par exemple, les sables quaternaires du Mont-Dol ; le sable de l'épi flandrien de Cherrueix m'a fourni des moules peu abondants de Bryozoaires, de Foraminifères et des grains ; *b)* Tertiaire — les faluns redoniens et vindoboniens contiennent des Foraminifères glauconieux et d'autres moules d'organismes, comme l'a montré M. Milon (154) ; les calcaires et les grès calcaires éocènes sont abondants au fond de la Manche et contiennent beaucoup de glauconie ; un calcaire provenant de la station 422 m'a fourni, après décalcification, des moules peu nombreux d'Algues perforantes et de Bryozoaires et, au contraire, des moules de Foraminifères abondants (Milioles, Alvéolines, autres Foraminifères) ; Secondaire — *c)* la glauconie abonde dans certaines couches crétacées surtout à l'état de grains ; les couches jurassiques peuvent également contenir de la glauconie ; un calcaire oolithique, recueilli à la station 401, a montré après décalcification quelques moules de Foraminifères, de Bryozoaires, de Gastropodes.

Le remaniement de ces dépôts fossiles ne suffit pas à expliquer l'abondance des moules de Foraminifères trouvés dans les sédiments actuels ; il semble évident que, dans la plupart des cas, les moules de *Rotalia Beccarii*, de Textulaires, de Polystomelles et même de Milioles sont bien d'origine récente ; la comparaison des sédiments de la Manche avec ceux provenant d'autres régions, ceux de la Méditerranée par exemple, confirme pleinement cette hypothèse.

On est conduit à la même conclusion en ce qui concerne les moules de Bryozoaires qui sont presque toujours abondants, les moules de Balanes qui s'observent dans des fragments de test blanchâtres ou patinés. Enfin, nous avons vu que les moules de Spirorbes (pl. VIII, fig. 29) étaient fixés sur des coquilles actuelles telles que *Venus ovata*, *Pectunculus glycimeris*.

Ces différentes manières d'être de la glauconie rappellent celles qui s'observent dans certains dépôts fossiles formés eux aussi dans la zone néritique. Les faluns vindoboniens de l'Ouest, par exemple, fournissent des moules d'Algues perforantes, de Foraminifères, de Bryozoaires analogues à ceux qui sont décrits dans ce chapitre (154). Il en est de même de beaucoup d'autres roches glauconieuses, telles que les calcaires à Milioles de l'Ouest, les calcaires liasiques de la bordure orientale du Plateau central (133), etc. Pour étudier la glauconie de ces roches, il faut chercher des termes de comparaison dans la zone néritique actuelle.

Il semble bien que l'étude détaillée de la glauconie néritique soit de nature à éclairer d'un jour nouveau les différents problèmes concernant le mode de formation de ce minéral, son évolution complexe, son altération et la comparaison des dépôts glauconieux anciens et actuels.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII

Glauconie de la Zone néritique

(moules glauconieux et grains)

Méditerranée

Station 301. — Au large d'Almeira, à 60 m. de profondeur : 4. Globigérine ; 7. Orbuline ; 9-10. Polystomelles ; 16, 19. Bryozoaires ; 20. Gastropode ; 22. Algue perforante.

Station 324. — Près du banc des Blanquières, à 160 m. de profondeur : 1, 2, 11, 12, 17. Foraminifères ; 18. Foraminifère dont les loges sont vues de face ; 3, 5, 6. Globigérines ; 8. Textulaire ; 13, 14. Milioles ; 15. Bryozoaire ; 21, 26. Gastropodes ; 27. Gastropode et Algue perforante ; 24. Algue perforante ; 23. Algue perforante portant une masse renflée ; 25. Piquant d'Oursin.

Manche

Station 2.027. — A l'entrée de la Manche, à 135 m. de profondeur : 28. Nummulite et Algue perforante ; 29. Spirorbe.

Station 256. — Au large du cap d'Antifer, à 25 m. de profondeur : 36. *Rotalia Beccarii* ; 37. Miliole et Algue perforante ; 38. Fragment d'Alvéoline.

Station 405. — Au pied de la Bassure de Baas, à 30 m. de profondeur : 32, 33, 34, 35. Grains de glauconie.

Dragage en rade de Saint-Malo : 40. Fragment de coquille incomplètement décalcifiée, montrant de nombreux filaments glauconieux d'Algue perforante.

Banc de sable coquillier, situé en face du laboratoire de Saint-Servan : 41. Réseau glauconieux d'Algue perforante ; 42. Réseau d'Algue perforante portant plusieurs masses renflées.

Sable de Port-Saint-Jean : 30, 31. Grains de glauconie ; 39. *Rotalia Beccarii.*

L. D.

Planche VIII

CONCLUSIONS DE LA DEUXIÈME PARTIE

La Manche est caractérisée par un régime de marées spécial qui donne naissance à des courants violents (maximum 6 à 7 nœuds) intéressant une masse d'eau énorme. Ces courants balaient les sédiments actuels, les mélangent aux sédiments quaternaires, et dégagent la roche en place. Il y a donc, en beaucoup de points, des lacunes dans la sédimentation et des mélanges de sédiments. Les affleurements de calcaires sont nombreux : les organismes perforants s'y installent et libèrent une grande quantité de particules minérales. Il se produit ainsi une érosion sous-marine importante et un apport pour la sédimentation.

Les matériaux détritiques provenant du continent ou du fond, ainsi que les débris organiques sont triés par les courants et s'accumulent surtout dans les zones calmes ; il s'y ajoute des minéraux de nouvelle formation comme la pyrite dans les vases bleues du rivage, la glauconie dans presque tous les sédiments de la zone néritique.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Grâce aux croisières du « *Pourquoi-Pas ?* », des recherches de géologie sous-marine et d'océanographie ont été poursuivies systématiquement pendant plusieurs années. Les observations concernant la Manche ont été exposées dans ce travail et comparées à celles que j'ai faites dans d'autres régions : la Méditerranée, le golfe de Gascogne, la Mer du Nord, la Mer Baltique, la Mer d'Irlande. La méthode de dragage due au commandant CHARCOT a permis de recueillir des tonnes d'échantillons, parfois fossilifères : les roches draguées se trouvaient pour la plupart en place ou remaniées dans le Quaternaire.

Les principaux résultats géologiques sont les suivants : les affleurements de roches primaires sont limités au voisinage des côtes de la Manche occidentale ; le Briovérien s'étend entre les îles anglo-normandes ; la présence de schistes tendres a certainement favorisé le creusement du golfe normano-breton.

Au fond de la Manche occidentale affleurent des roches secondaires et tertiaires, analogues à celles du bassin anglo-parisien : la trouée de la Manche a donc une origine extrêmement ancienne ; elle a dû être réalisée au Lias, au Crétacé moyen et supérieur, à l'Éocène ; les gisements sous-marins se rapportant à ces différentes époques sont nombreux : j'ai recueilli principalement des calcaires liasiques à Ammonites, des calcaires glauconieux, des craies blanches, des silex, des Nummulites, des calcaires à Milioles.

Les silex offrent des caractères lithologiques particuliers ; ils sont répandus dans toute la Manche et s'étendent jusqu'au large d'Ouessant.

Les documents relatifs à l'Éocène sont abondants : ils complètent ceux que j'ai recueillis sur la côte méridionale de Bretagne (environs de Lorient) ; ils montrent que la mer éocène a dû envahir la plupart des grandes dépressions périphériques de la Bretagne.

Les dragages ont fourni des renseignements sur le rôle joué par les glaces flottantes et aussi sur les oscillations des lignes de rivage durant le Quaternaire : pendant les phases négatives de ces oscillations se sont accumulés des galets et des silex éclatés que l'on retrouve maintenant à une grande profondeur.

136 points ont été marqués sur la carte géologique. Il est ainsi prouvé qu'on peut étudier la géologie du fond de la mer.

J'ai montré qu'il existait dans la Manche, jusqu'à 75 m. de profondeur, des surfaces perforées par des organismes actuellement vivants. J'ai établi, en outre, que la destruction des roches calcaires par les organismes perforants est importante. Les fonds de roche qui correspondent à des lacunes dans la sédimentation actuelle sont nombreux.

La découverte de glauconie d'origine récente dans la zone néritique permettra une comparaison précise des sédiments glauconieux anciens et actuels ; en effet, la plupart des dépôts glauconieux anciens se sont formés dans la zone néritique. Les moules de glauconie observés sont abondants et variés ; ils se rencontrent même dans les sables de plage et d'estuaire. Les Algues perforantes transformées en glauconie sont répandues dans tous les dépôts coquilliers de la Manche.

Dans la partie de ce travail mise en appendice sont résumés les résultats de 342 dragages répartis de la façon suivante : 212 dans la Manche, 61 dans la Méditerranée, 34 dans le Golfe de Gascogne, 13 dans l'Atlantique Nord, 17 dans la Mer du Nord, 3 dans la Mer Baltique, 2 dans la Mer d'Irlande.

Les méthodes de dragage employées pour l'étude géologique de la Manche ont donné de bons résultats par suite de sa faible profondeur et de la fréquence des affleurements de roches tendres, dégagées par les courants du manteau habituel des sédiments modernes.

Les expériences que nous avons tentées dans d'autres mers ont été moins fructueuses : elles ont été gênées en Méditerranée et dans le Golfe de Gascogne par l'abondance de la vase, dans l'Atlantique Nord et la Mer du Nord par le sable coquillier entassé souvent sur une grande épaisseur. Cependant, malgré ces conditions défavorables, nous avons pu en certains points recueillir des roches en place, par exemple sur le plateau des Esquerquis situé entre la Tunisie et la Sicile (50), au large de la vasière du Golfe de Gascogne (67), sur le banc de Rockall, etc... Nul doute qu'en opérant avec persévérance, on obtiendrait des résultats nombreux et intéressants : il faudrait dans ce but choisir les régions où des courants relativement violents entraînent la masse des sédiments meubles et dégagent ainsi le substratum ancien, celles où la carte marine indique l'existence de roches, de pierres ou de graviers ; ces régions sont plus nombreuses qu'on ne le soupçonne généralement, même à une grande profondeur.

Parmi les fonds à explorer, certains présentent un intérêt considérable et un terrain d'opérations semblant particulièrement favorable : je veux parler de la falaise sous-marine qui limite vers le large l'extension du plateau continental atlantique, falaise à pente plus ou moins brusque où la roche doit souvent affleurer, comme en témoigne la croissance de grands Polypiers rameux (121 *bis*).

Pour l'étude des autres régions, au-dessus desquelles les sédiments actuels s'accumulent en couches épaisses, il reste à trouver des instruments spéciaux, peut-être de lourds tubes de Buchanan s'enfonçant profondément à travers les dépôts meubles ; cette méthode, si elle ne réussissait pas à ramener des fragments de roches, nous fournirait du moins une coupe verticale des sédiments et apporterait quelque lumière sur le problème de leur épaisseur et de leurs transformations en profondeur.

La géologie a donc de multiples services à demander à l'océanographie. Il faut chercher à prolonger sous les mers les cartes géologiques, à interpréter les formes du relief sous-marin, à découvrir la nature géologique et l'origine de plateaux et de falaises situées à une grande distance du rivage. D'autre part, il faut accumuler les faits concernant la sédimentation actuelle. M. Cayeux nous rappelait dans une conférence récente que la pétrographie des roches sédimentaires, ou, si l'on veut s'exprimer autrement, l'océanographie des mers anciennes était à bien des points de vue en avance sur l'océanographie actuelle. Il importe donc de jeter des ponts de plus en plus nombreux entre ces deux sciences.

Les méthodes de la géologie sous-marine peuvent se comparer aux sondages qui ont donné des résultats si remarquables dans l'exploration du sous-sol profond des Pays-Bas ; elles nous renseignent sur des terrains inaccessibles par les moyens d'investigation ordinaire. Ces méthodes iront en se perfectionnant et les résultats récompenseront largement les efforts dépensés.

La géologie sous-marine est une science à ses débuts et les problèmes à résoudre dans cette voie sont innombrables. Ce sera, comme on l'a écrit (138), « la moisson de l'avenir ».

APPENDICE

Liste des dragages géologiques effectués par le « Pourquoi-Pas ? »

MANCHE
MÉDITERRANÉE
GOLFE DE GASCOGNE
ATLANTIQUE NORD
MER DU NORD
MER BALTIQUE
MER D'IRLANDE

Cette liste comprend les dragages géologiques effectués par le « *Pourquoi-Pas ?* » de 1921 à 1927 ; les renseignements concernant chaque dragage sont groupés dans l'ordre suivant :

Numéro de la station, date, heure, situation, latitude, longitude, profondeur.

Appareils employés, observation pendant l'opération.

Bios.

Nature du fond, sédiments actuels.

Echantillons géologiques.

Conclusions géologiques, affleurements à signaler sur la carte géologique.

Toutes les stations de la Manche sont indiquées sur des cartes placées au début de l'ouvrage (p. 22 et suite) ; les autres figurent sur trois cartes intercalées dans les pages suivantes (p. 256-263-271).

J'espère que ces documents pourront être de quelque utilité aux océanographes et servir, dans certains cas, de points de départ pour de nouvelles recherches.

MANCHE

1921 (Carte I, p. 22)

Pour l'année 1921, les renseignements concernant les roches crétacées et tertiaires sont extraits de la note de MM. Paul Lemoine et Abrard, parue en 1922 (144).

Station 15. — 50° 8' 30" N., 1° 44' W. G., dans la région centrale de la Manche, à 60 m. de profondeur.
Silex auréolés.
Crétacé.

Station 17. — 49° 52' N., 1° 44' W. G., dans la Fosse centrale, à 170 m. de profondeur.
Roches paléozoïques.

Station 21. — 48° 43' N., 2° 26' W. G., au large d'Erquy, à 42 m. de profondeur.
Silex, roches paléozoïques.

Station 22. — 48° 40' N., 2° 12' W. G., au large de Saint-Malo, à 35 m. de profondeur.
Grès rose abondant, petites lames de schiste.

Station 27. — 48° 34' N., 5° 10' W. G., à 115 m. de profondeur.
Grès blanc, roches cristallines.

Station 31. — 48° 48' N., 2° 37' W. G., au large de la baie de Saint-Brieuc, à 32 m. de profondeur.
Silex, un petit fragment de craie, grès rose, roches cristallines nombreuses.

Station 32. — 48° 51' N., 2° 27' W. G., au sud-ouest des Minquiers, à 35 m. de profondeur.
Grès rose abondant.

Station 33. — 48° 55' N., 2° 22' W. G., au sud-ouest des Minquiers, à 35 m. de profondeur.
Grès rose abondant, un fragment de calcaire coquillier, silex.

Station 34. — 48° 45' N., 2° 14' W. G., au nord-ouest du cap Fréhel, à 28 m. de profondeur.
Silex, grès rose, roches cristallines nombreuses.

Station 36. — 48° 53' N., 2° 26' W. G., au sud-ouest des Minquiers, à 35 m. de profondeur.
Grès rose, grès blanc, roches cristallines, silex.

Station 37. — 48° 59' N., 2° 34' W. G., au sud-est des Roches Douvres, à 42 m. de profondeur.
Silex, calcaire à Foraminifères, grès.

Station 39. — 49° 11' N., 3° W. G., au nord des Roches Douvres, à 65 m. de profondeur.
Grès, roches cristallines.

Station 40. — 49° 20' N., 2° 38' W. G., au sud de Guernesey, à 63 m. de profondeur.
Grès, minerai de fer oolithique, granite.

STATION 42. — 49° 30' N., 2° 56' W. G., à l'ouest de Guernesey, à 63 m. de profondeur.
Silex, calcaire, grès, roches cristallines.

STATION 43. — 49° 38' N., 3° 2' W. G., dans la Fosse centrale, à 103 m. de profondeur.
Silex, craie, grès rose, roches cristallines volumineuses.
Crétacé (1).

STATION 44. — 49° 43' N., 2° 47' W. G., dans la Fosse centrale, à 102 m. de profondeur.
Silex, craie, roche cristalline.
Crétacé.

STATION 46. — 49° 51' N., 2° 18' W. G., dans la Fosse centrale, à 150 m. de profondeur.
Silex, grès.
Crétacé.

STATION 47. — 49° 53' N., 2° 9' W. G., dans la fosse de la Hague, à 107 m. de profondeur.
Roches cristallines.

STATION 49. — 49° 42' N., 2° 5' W. G., entre Jobourg et Aurigny, à 35 m. de profondeur.
Roches paléozoïques, schiste.

STATION 50. — 49° 31' N., 2° 6' W. G., à l'ouest de Flamanville, à 30 m. de profondeur.
Silex nombreux, calcaire crétacé, roches primaires.

STATION 51. — 49° 25' N., 2° 7' W. G., au nord de Jersey, à 30 m. de profondeur.
Grès, silex, micaschistes, granite.

STATION 55. — 48° 51' N., 3° 59' W. G., au nord de l'île de Batz, à 80 m. de profondeur.
Silex, grès, roches cristallines.

STATION 56. — 48° 59' N., 3° 44' W. G., au large des Triagoz, à 75 m. de profondeur.
Roches paléozoïques très variées.

STATION 57. — 49° 1' N., 3° 32' W. G., au large des Triagoz, à 80 m. de profondeur.
Grès, granite, énorme bloc de porphyre rouge.

STATION 58. — 49° 4' N., 3° 18' W. G., à l'ouest des Roches Douvres, à 75 m. de profondeur.
Silex très abondants, grès, roches cristallines.
Crétacé : silex auréolés.

STATION 59. — 49° 3' N., 3° 4' W. G., à l'ouest des Roches Douvres, à 60 m. de profondeur.
Calcaire tertiaire, silex, grès, roches cristallines.

STATION 60. — 48° 58' N., 2° 26' W. G., au sud des Roches Douvres, à 45 m. de profondeur.
Grès.

STATION 61. — 48° 50' N., 1° 49' W. G., au sud des Chausey, à 20 m. de profondeur.
Schistes verts nombreux, grauwacques, grès.
Briovérien.

STATION 62. — 48° 51' 30" N., 1° 45' W. G., à l'est des Chausey, à 15 m. de profondeur.
Roches paléozoïques.

(1) Pour les stations indiquées sur la carte XV, les conclusions géologiques sont marquées en italiques dans l'Appendice.

Station 66. — 48° 48' 30" N., 1° 54' W. G., au nord-ouest de Cancale, à 20 m. de profondeur.
Silex, schistes verts micacés, grès.
Briovérien.

Station 67. — 48° 45' N., 1° 52' 30" W. G., au nord de Cancale, à 20 m. de profondeur.
Schistes, grès, roches cristallines.

MANCHE

1922 (Carte II, p. 24)

Station 211. — 22 août, 7 h., 50° 33' N., 3° 3' W. G., au sud-ouest de Lyme Regis, à 30 m. de profondeur (sonde).
Drague géologique.
Bios rare : Vers.
Vase, nombreuses coquilles vides de Turitelles.
Sédiments actuels épais.

Station 212. — 22 août, 11 h., 50° 20' N., 2° 51' W. G., au sud-ouest de Portland, à 50 m. de profondeur (sonde).
Drague géologique.
Dentales, *Echinocyamus*, Bryozoaires.
Sable graveleux coquillier, graviers de silex abondants, coquilles entières nombreuses *(Arca, Cardium, Dosinia exoleta).*
Sédiments actuels épais.

Station 213. — 22 août, 13 h., 50° 11' N., 2° 40' W. G., au sud-ouest de Portland, à 60 m. de profondeur.
Drague géologique.
Ophiures, Pagures.
Pierres, sable graveleux coquillier.
Silex auréolés très nombreux, calcaire de l'Oolithique perforé.
Crétacé : silex auréolés.

Station 214. — 22 août, 16 h., 49° 56' N., 2° 21' W. G., au nord de la Fosse centrale, à 63 m. de profondeur.
Bryozoaires, Vers, Polypiers.
Pierres : échantillons de toute taille, anguleux ou arrondis.
Roches cristallines et sédimentaires, grès nombreux, calcaires marneux, roches glauconieuses, une quarantaine de silex.
Lias : calcaires marneux ; *Quaternaire* : blocs de roches primaires.

Station 215. — 49° 47' N., 2° 27' W. G., au nord-ouest des Casquets, à 75 m. de profondeur.
Drague géologique.
Bios rare.
Pierres, sable : les pierres sont généralement arrondies et leur surface est dépourvue de bios.
Roches primaires variées.

Station 216. — 26 août, 49° 13' N., 1° 57' W. G., au nord-est de la baie de Sainte-Catherine (Jersey), à 20 m. de profondeur.

Drague géologique : la drague travaille durement sur le fond ; elle revient pleine jusqu'aux bords.

Etoiles de mer, Hydrozoaires, Algues calcaires, Hermelles.

Pierres, graviers : les pierres sont en général recouvertes de bios, coquilles entières nombreuses (*Fissurella, Murex, Tapes*).

Roches primaires volumineuses.

Quaternaire : blocs de roches primaires.

Station 217. — 49° 4' N., 2° 21' W. G., au sud-ouest de Jersey, à 40 m. de profondeur.

Drague géologique.

Ophiures, Algues calcaires, Hydrozoaires.

Pierres, sable vaseux, lames de schiste abondantes.

Schistes briovériens et grauwacques, autres roches primaires, silex en petits galets.

Briovérien : schistes et grauwacques.

Station 218. — 49° 5' N., 2° 39' W. G., à l'est des Roches Douvres, à 40 m. de profondeur.

Drague géologique et chalut : le chalut est revenu déchiré.

Ophiures, Modioles, Étoiles, Spongiaires, Pagures.

Sable coquillier, pierres : pierres de toute taille, de forme généralement arrondie ; leur surface est couverte de bios.

Roches primaires variées, silex.

Station 219. — 49° 7' N., 2° 42' W. G., au nord-est des Roches Douvres, à 30 m. de profondeur environ.

Drague géologique : la drague heurte violemment le fond, le sac revient en partie arraché.

Ophiures.

Tête de roche sous-marine.

Station 220-221. — 48° 54' N., 2° 38' W. G., au large de Saint-Brieuc, à 25 m. de profondeur environ.

Drague géologique.

Ascidies, Holothuries.

Roche, pierres : nombreuses plaquettes de calcaire perforé.

Calcaire éocène à Milioles, échantillons nombreux et volumineux de roches primaires.

Eocène : calcaire à Milioles.

Station 222. — 48° 51' N., 2° 44' W. G., au large de la baie de Saint-Brieuc, à 35 m. de profondeur.

Drague géologique.

Bios rare.

Pierres : échantillons de toute taille (quelques-uns sont plus gros que la tête), couverts de bios.

Roches primaires, silex (1).

Station 223. — 28 août, 10 h., 48° 43' N., 2° 46' W. G., dans la baie de Saint-Brieuc, à 25 m. de profondeur.

Drague géologique, chalut ; drague de Monaco.

Anomies, Balanes, Huîtres (valves).

Sable coquillier : coquilles entières très nombreuses (*Anomia, Ostrea, Pecten, Mya, Cardium norvegicum*), Dentales.

Sédiments actuels épais.

Station 224. — 28 août, 13 h., 49° N., 2° 45' W. G., à l'est des roches de Barnouic, à 45 m. de profondeur.

Drague géologique : la drague revient pleine jusqu'aux bords.

Ophiures.

Sable coquillier, pierres : les pierres sont en général couvertes de bios ; nombreuses plaquettes de calcaire perforées, coquilles entières nombreuses *(Fissurella, Cardium)*.

Calcaire à Milioles.

Station 225. — 28 août, 15 h. 30, 49° 6' N., 3° 7' W. G., à l'ouest des Roches Douvres, à 69 m. de profondeur.

Drague géologique : le sac de la drague revient déchiré et la plaque de zinc en partie arrachée.

Ophiures, Etoiles de mer.

Pierres, sable : pierres parfois anguleuses.

Roches paléozoïques nombreuses, grès d'Erquy en blocs très volumineux, schistes verts, silex peu abondants, deux petits fragments de calcaire à Milioles.

Quaternaire : blocs de roches primaires.

Station 226. — 28 août, 17 h. 30, 49° 19' N., 3° 17' W. G., à l'ouest de Guernesey, à 70 m. de profondeur.

Drague géologique.

Ophiures, Hydrozoaires.

Sable coquillier, pierres : pierres petites et en général arrondies.

Silex auréolés très nombreux, roches primaires (grès du type d'Erquy, autres grès), craie glauconieuse.

Crétacé : silex auréolés.

Station 227. — 49° 30' N., 3° 30' W. G., dans la Fosse centrale, à 80 m. de profondeur.

Drague géologique.

Nombreux *Chlamys opercularis*.

Sable coquillier, pierres : les pierres sont couvertes de Bryozoaires et de tubes d'Hermelles.

Calcaires à Alvéolines (un fragment) ; silex auréolés nombreux et volumineux, roches primaires (grès).

Crétacé : silex auréolés.

Station 228. — 49° 56' N., 4° 57' W. G., à l'est du cap Lizard, à 75 m. de profondeur.

Drague géologique.

Oursins, *Pholadidea papyracea*.

Roche pourrie, pierres, sable coquillier, plaquettes argileuses perforées, petits fragments de silex.

Argiles rougeâtres, gros blocs de roches cristallines.

Trias : argiles.

Station 229. — 49° 49' N., 4° 39' W. G., au sud-est du cap Lizard, à 80 m. de profondeur.

Drague géologique.

Bryozoaires arborescents, Pétoncles.

Pierres, graviers coquilliers : nombreuses plaquettes argileuses perforées.

Silex auréolés volumineux, argiles rouges, grès calcarifères.

Permo-Trias : argiles et grès.

Station 230. — 49° 41' N., 4° 21' W. G., au nord de la Fosse centrale, à 79 m. de profondeur.
Drague géologique.
Echinocyamus, Pétoncles.
Roche, pierres, sable coquillier : plaquettes de calcaire, coquilles entières nombreuses *(Chlamys opercularis, Kellia suborbicularis, Triforis perversa, Pectunculus, Pecten)*.
Calcaire marneux fossilifère (Ammonites), quelques silex.
Lias : calcaire.

Station 231. — 49° 33' N., 4° 3' W. G., au nord de la Fosse centrale, à 80 m. de profondeur.
Drague géologique.
Polypiers, Pétoncles.
Sable coquillier, pierres : rognons de silex auréolés nombreux, fragments de calcaire jaunâtre, roches primaires.
Crétacé : silex auréolés.

Station 232. — 49° 27' N., 3° 49' W. G., au voisinage de la Fosse centrale, à 88 m. de profondeur.
Drague géologique : le premier coup de drague ne ramène que du sable, le deuxième ramène de gros blocs.
Bios abondant : *Echinocyamus*, Etoiles de mer, Spongiaires, Ophiures, *Amphioxus*.
Sable coquillier, pierres : pierres de toute taille, généralement anguleuses.
Roches primaires nombreuses (grès), quelques silex.

Station 233. — 49° 18' N., 3° 33' W. G., au sud de la Fosse centrale, à 78 m. de profondeur.
Ophiures, Pétoncles, *Venus verrucosa*.
Sable coquillier, pierres.
Roches primaires (grès), quelques silex, calcaire à moules de Gastropodes.
Eocène : calcaire.

Station 234. — 49° 12' N., 3° 10' W. G., au voisinage de Barnouic, à 67 m. de profondeur.
Drague géologique.
Ophiures.
Sable coquillier, pierres : pierres de toute taille, à surface couverte de Bryozoaires, de tubes d'Hermelles.
Roches primaires (grès du type d'Erquy, autres grès), silex auréolés très nombreux, calcaires à Milioles en plaquettes perforées.
Crétacé : Silex auréolés ; *Eocène* : calcaire.

Station 235. — 5 septembre, 9 h., 49° 47' N., 4° 17' W. G., au sud d'Eddystone, à 78 m. de profondeur.
Drague géologique.
Pinna, Pétoncles.
Sable graveleux coquillier, pierres : pierres de toute taille, coquilles entières très nombreuses *(Cardium norvegicum, Chlamys opercularis, Avicula)*.
Calcaire marneux fossilifère (Ammonites), silex auréolés très nombreux, roches primaires (un bloc de 25 kgs).
Lias : calcaire ; *Crétacé* : silex auréolés ; *Quaternaire* : blocs de roches primaires.

Station 236. — 5 septembre, 47° 48' N., 4° 23' W. G., au sud-est du cap Lizard, à 79 m. de profondeur.
Drague géologique.

Pétoncles, Hydrozoaires.

Sable graveleux coquillier, pierres : coquilles entières nombreuses *(Chlamys opercularis, tigrinus, Cardium, Saxicava, Venus fasciata, Erato lævis)*.

Silex éclatés et patinés nombreux, autres silex, craie perforée, roches primaires peu nombreuses (grès).

Crétacé : craie ; *Quaternaire* : silex éclatés.

Station 237. — 5 septembre, 13 h. 30, 49° 49' N., 4° 1' W. G., au sud-est d'Eddystone, à 73 m. de profondeur.

Drague géologique : la drague traîne doucement.

Pétoncles, Dentales.

Sable graveleux coquillier, pierres : nombreuses petites pierres, coquilles entières *(Chlamys opercularis, Pectunculus glycimeris, Cyprina islandica, Trochus, Scalaria, Arca)*.

Silex très nombreux, graviers de roches primaires, quelques fragments de craie perforés.

Crétacé : craie blanche.

Station 238. — 5 septembre, 14 h. 30, 49° 51' N., 4° 11' W. G., au sud d'Eddystone, à 75 m. de profondeur.

Drague géologique : traînage doux.

Pétoncles, Dentales, *Amphioxus*.

Sable coquillier, pierres : pierres petites et nombreuses, coquilles brisées, coquilles entières (*Chlamys opercularis, Pectunculus glycimeris)*, débris de Bryozoaires.

Silex nombreux, roches cristallines, deux fragments de calcaire à Foraminifères.

Sédiments actuels épais.

Station 239. — 5 septembre, 17 h., 50° N., 3° 52' W. G., au sud-ouest de Start Point, à 70 m. de profondeur.

Drague géologique : deux coups de drague, la drague donne des chocs.

Bios rare : *Cyprina islandica, Echinocyamus*.

Sable coquillier : sable compact, formant sans doute des « ripple-marks » sous-marins, coquilles moulues, quelques coquilles entières *(Chlamys, Cyprina)*.

Sédiments actuels épais.

Station 240. — 5 septembre, 18 h. 30, 50° 5' N., 3° 41' W. G., au sud de Start Point, à 8 milles environ de la côte, à 66 m. de profondeur.

Drague géologique.

Bios rare : *Echinocyamus*.

Sable coquillier, graviers : les graviers sont peut-être en partie anciens, coquilles brisées, quelques coquilles entières *(Chlamys, Cardium, Pectunculus)*, débris de tubes d'Annélides.

Silex irréguliers petits, roches primaires (grès, schistes).

Sédiments actuels épais.

Station 241. — 6 septembre, 11 h. 30, 50° 15' N., 3° 17' W. G., à l'est de Start Point, à 58 m. de profondeur.

Drague géologique : la drague saute sur le fond comme sur du sable durci.

Dentales.

Sable coquillier : sable formant sans doute des « ripple-marks », coquilles entières *(Solen, Venus, Cardium, Chlamys)*.

Sédiments actuels épais.

Station 242. — 6 septembre, 14 h., 50° 10' N., 3° 6' W. G., à l'est de Start Point, à 60 m. de profondeur.

Drague géologique : la drague traîne longtemps sans donner de chocs.

Solen, Echinocyamus.

Sable coquillier, graviers : coquilles entières *(Solen, Chlamys).*

Sédiments actuels épais.

Station 243. — 6 septembre, 16 h. 30, 50° 15' N., 2° 52' W. G., au sud-ouest de Portland, à 55 m. de profondeur.

Drague géologique : la drague traîne doucement.

Spongiaires, Serpules.

Graviers coquilliers : une partie des graviers sont peut-être anciens, beaucoup de coquilles sont perforées, coquilles entières nombreuses *(Solen, Ostrea, Anomia, Chlamys, Arca, Pectunculus)*, débris de Bryozoaires.

Sédiments actuels épais.

Station 243 *bis*. — 6 septembre, 50° 15' N., 2° 52' W. G., au sud-ouest de Portland, à 55 m. de profondeur.

Drague géologique.

Amphioxus, Oursins.

Sable coquillier, graviers : coquilles entières *(Chlamys, Cardium, Cypræa, Anomia)*, débris de Bryozoaires, piquants d'Oursins.

Sédiments actuels épais.

Station 244. — 6 septembre, 18 h. 30, 50° 23' N., 2° 27' W. G., au sud de Portland, à 50 m. de profondeur.

Drague géologique : la drague travaille durement.

Ophiures.

Pierres, graviers sableux coquilliers : coquilles entières *(Chlamys, Cypræa, Fissurella, Arca, Cardium).*

Silex nombreux, calcaire gris clair de l'Oolithique, craie glauconieuse, concrétions ferrugineuses, petits échantillons de roches primaires.

Jurassique : calcaire ; *Crétacé.*

Station 245. — 7 septembre, 10 h., 50° 24' N., 2° 14' W. G., au sud de Kimeridge, à 48 m. de profondeur.

Drague géologique : deux coups de drague, travail rude.

Bryozoaires arborescents, Hermelles.

Pierres, graviers coquilliers : pierres de toute taille, coquilles entières *(Chlamys, Fissurella).*

Silex nombreux, craie, grès ferrugineux, calcaire et grès glauconieux, petits fragments roulés de roches primaires.

Crétacé inférieur : grès roussards.

Station 246. — 7 septembre, 12 h., 50° 12' N., 2° 2' W. G., dans la région centrale de la Manche, à 60 m. de profondeur.

Drague géologique.

Ophiures, Modioles, Hermelles, Etoiles de mer.

Pierres, graviers : beaucoup de pierres sont encroûtées par des Hermelles ; elles sont presque toutes roulées.

Silex (nombreux galets avec marques de choc), roches primaires roulées (grès, schistes, roches cristallines).

Quaternaire : galets.

Station 247. — 7 septembre, 13 h. 30, 49° 58' N., 1° 59' W. G., dans la Fosse centrale, à 80 m. de profondeur.

Drague géologique.

Ophiures, quelques Hermelles.

Pierres, graviers : pierres généralement en forme de galets dépourvus de bios, coquilles rares.

Quaternaire : galets.

Station 248. — 7 septembre, 17 h., 49° 48' N., 1° 44' W. G., au nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur.

Drague géologique : deux coups de drague très réussis ; la drague travaille durement, la dérive entre les deux dragages est d'environ 4 kilomètres.

Roche, pierres : affleurements étendus de bancs rocheux calcaires couverts de pierres diverses, pierres volumineuses comprenant surtout de grandes plaques de calcaire perforées par des Annélides, des Mollusques lithophages et couvertes de Balanes, de Spongiaires.

Calcaires marneux gris fossilifères (Ammonites, Bélemnites), Ammonites roulées, silex nombreux de type variable, roches primaires souvent roulées (grès, roches cristallines).

Lias : calcaire ; *Quaternaire* : blocs de roches primaires.

Station 249. — 7 septembre, 49° 46' N., 1° 44' W. G., au nord de Cherbourg, à 53 m. de profondeur.

Drague géologique.

Pierres : échantillons volumineux couverts de tubes d'Hermelles, de Bryozoaires arborescents

Silex nombreux (grès, roches cristallines).

Quaternaire : blocs de roches primaires.

Station 250. — 9 septembre, 50° 32' N., 1° 2' W. G., au sud-est de Wight, à 30 m. de profondeur.

Drague géologique.

Bios rare : Buccins.

Roche, pierres, graviers : affleurement de bancs crayeux, pierres nombreuses de toute taille comprenant surtout de grandes plaques de craie perforées (Annélides nombreuses), les petites pierres sont roulées ainsi que les graviers.

Craie blanche abondante (une trentaine de fragments dépassant 15 centimètres de diamètre), silex éclatés et patinés nombreux, autres silex, roches primaires très rares parmi les graviers.

Crétacé : craie blanche ; *Quaternaire* : blocs de roches primaires.

Station 251. — 9 septembre, 8 h. 30, 50° 25' N., 0° 50' W. G., au sud-est de Wight, à 55 m. de profondeur.

Drague géologique.

Bios rare.

Pierres : nombreux silex de forme irrégulière.

Grès calcaire glauconieux, silex très nombreux anguleux à surface patinée, craie perforée.

Crétacé : craie ; *Quaternaire* : silex éclatés.

Station 252. — 9 septembre, 10 h., 50° 14' N., 0° 35' W. G., dans la partie axiale de la Manche, à 50 m. de profondeur.

Drague géologique.

Pierres, graviers, sable : les pierres comprennent surtout des rognons de silex sur lesquels sont fixées des Modioles, quelques coquilles entières *(Chlamys opercularis, Tapes, Cardium, Arca)*.

Silex auréolés très nombreux, fragments de craie, un bloc de roche primaire.

Crétacé : silex auréolés.

STATION 253. — 9 septembre, 12 h. 30, 49° 53' N., 0° 20' W. G., en Manche orientale, à 48 m. de profondeur.

Drague géologique.

Sable graveleux coquillier, petites pierres : les graviers sont arrondis, coquilles entières nombreuses *(Pectunculus, Cardium, Chlamys)*.

Silex nombreux en graviers, roches primaires.

STATION 254. — 9 septembre, 15 h. 30, 49° 52' N., 0° 3' W. G., au large du cap d'Antifer, à 35 m. de profondeur.

Drague géologique : la drague contient peu de sédiments.

Sable graveleux, pierres : les pierres sont de petite taille, coquilles entières peu nombreuses *(Pectunculus glycimeris, Buccinum undatum)*.

Silex auréolés très nombreux.

Crétacé : silex auréolés.

STATION 255. — 9 septembre, 17 h. 30, 49° 46' N., 0° 2' E. G., au large du cap d'Antifer, à 27 m. de profondeur.

Drague géologique : deux coups de drague.

Pierres, sable coquillier : pierres nombreuses, quelques-unes très volumineuses, leur surface est couverte de bios (Bryozoaires arborescents).

Silex nombreux dont beaucoup ont le centre noir, grès roussards, craie grise et glauconieuse, roches paléozoïques assez nombreuses (grès), petits galets de roches cristallines.

Crétacé inférieur : grès ferrugineux ; *Quaternaire* : blocs de roches primaires.

STATION 256. — 9 septembre, 18 h. 30, 49° 39' N., 0° 3' W. G., au large du cap d'Antifer, à 25 m. de profondeur.

Drague géologique : la drague traîne doucement.

Bios très rare.

Vase, pierres : la vase est de couleur verdâtre, coquilles rares *(Lutraria)*.

Sédiments actuels épais.

STATION 257. — 49° 31' N., 0° 21' W. G., sur le banc de Seine, à 21 m. de profondeur.

Drague géologique : la drague traîne doucement.

Algues calcaires, Dentales, *Echinocyamus*.

Vase, graviers, petites pierres : quelques coquilles entières *(Mya, Pectunculus)*, maerl assez abondant.

Sédiments actuels épais.

STATION 258. — 49° 40' N., 1° 11' W. G., à l'ouest de la pointe de Barfleur, à 32 m. de profondeur.

Drague géologique : traînage assez doux.

Bios abondant : Pagures, Cliones, Etoiles, Anémones.

Pierres, graviers : pierres nombreuses et volumineuses à surface couverte de bios (Balanes, Alcyons, Serpules).

Silex peu nombreux, calcaire bleu et jaune de l'Oolithique en blocs plus gros que le poing, roches primaires nombreuses (grès, schistes, roches cristallines).

Oolithique inférieur : calcaire ; *Quaternaire* blocs de roches primaires.

STATION 259. — 49° 44' N., 1° 17' W. G., au nord de la pointe de Barfleur, à 43 m. de profondeur.

Drague géologique : chocs extrêmement violents.

Modioles.

Roche, pierres, graviers coquilliers : petites pierres roulées, graviers roulés, coquilles roulées et généralement brisées.

Galets de calcaire, de craie glauconieuse, calcaire à Milioles, quelques silex.

Tête de roche sous-marine.

Station 260. — 49° 49' N., 1° 41' W. G., au nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur.

Drague géologique : chocs violents.

Pierres nombreuses et volumineuses : plaques calcaires perforées sur lesquelles sont fixées des Modioles.

Calcaire marneux, silex nombreux, roches primaires (grès gris, rosé, roches cristallines), quelques galets.

Jurassique : calcaire liasique ; *Quaternaire* : blocs de roches primaires.

Station 261. — 49° 50' N., 1° 45' W. G., au large de Cherbourg, à 70 m. de profondeur.

Drague géologique : chocs violents.

Pierres, graviers ; pierres volumineuses couvertes de grappes de Modioles.

Calcaire marneux abondant, silex nombreux, roches primaires.

Jurassique : calcaire liasique.

Station 262. — 49° 48' N., 1° 49' W. G., au large de Cherbourg, à 60 m. de profondeur.

Drague géologique : chocs violents, la drague revient pleine jusqu'aux bords.

Roche, pierres : pierres nombreuses de toute taille, souvent couvertes de grappes de Modioles. quelques coquilles brisées.

Calcaire marneux bleuâtre perforé par des Mollusques et des Annélides, silex, roches primaires variées (grès, schistes, roches cristallines et métamorphiques).

Jurassique : calcaire liasique.

Station 263. — 49° 48' N., 1° 44' W. G., au large de Cherbourg, à 60 m. de profondeur

Drague géologique : deux coups de drague, chocs violents.

1° Pierres, sable : pierres souvent volumineuses couvertes de tubes d'Hermelles.

2° Roche, pierres : pierres généralement arrondies, quelques-unes couvertes de Balanes et d'Hydrozoaires.

1° Calcaire marneux perforé par des Annélides, roches primaires.

2° Calcaire marneux peu abondant, silex nombreux, roches primaires.

Station 264. — 49° 22' N., 2° 18' W. G., au sud-est de Serck, à 53 m. de profondeur.

Drague géologique : chocs violents.

Ophiures.

Graviers, pierres : lames schisteuses, graviers généralement arrondis, quelques coquilles entières *(Pectunculus, Pecten, Arca, Chlamys distortus)*.

Schistes verts abondants, roches primaires diverses.

Briovérien : schiste.

Station 265. — 49° 19' N., 2° 12' W. G., au voisinage des Pierres de Lecq, à 30 m. de profondeur.

Drague géologique : chocs violents.

Roche, pierres, vase : plaquettes de calcaire perforées, coquilles entières *(Chlamys, Cardium)*.

Calcaire fossilifère abondant (Alvéolines, Milioles), lames de schistes verts, grès, roches cristallines.

Eocène : calcaire.

Station 266. — 49° 2' N., 1° 54' W. G., au sud de Jersey, à 14 m. de profondeur.

Drague géologique : chocs violents.

Maerl abondant, Lamellibranches vivants nombreux *(Venus verrucosa, Pecten, Tapes, Pectunculus glycimeris)*.

Pierres, graviers : une trentaine de pierres surtout schisteuses généralement couvertes d'Algues calcaires, schistes verts abondants, quelques petits silex arrondis, roches primaires.

Station 267. — 48° 51' N., 2° 1' W. G., à l'ouest des Chausey, à 24 m. de profondeur.

Drague géologique : chocs violents.

Algues calcaires, Hermelles.

Graviers, pierres : pierres anguleuses couvertes d'Algues calcaires, de Balanes, d'Hermelles, coquilles entières nombreuses *(Pecten, Hipponyx, Anomia, Fissurella)*, grès rosé du type d'Erquy abondant, grès blanc.

Grès feldspathique.

Station 268. — 49° 46' N., 2° 8' W. G., près de la Basse des Sauvages, à 28 m. de profondeur.

Drague géologique.

Algues calcaires.

Petites pierres, graviers.

Grès du type d'Erquy, schistes verts.

Station 269. — 48° 45' N., 2° 10' W. G., près de la Basse des Sauvages, à 24 m. de profondeur.

Drague géologique.

Algues calcaires.

Pierres, graviers sableux : pierres de forme diverse, coquilles entières peu nombreuses *(Cardium, Chlamys)*.

Grès du type d'Erquy très abondant en blocs anguleux, autres roches primaires plutôt arrondies.

Station 270. — 48° 41' N., 2° 14' W. G., au nord de Saint-Cast, à 23 m. de profondeur.

Drague géologique : la drague revient pleine jusqu'aux bords.

Algues calcaires.

Graviers sableux, pierres : pierres couvertes d'Algues calcaires et de tubes de Vers, coquilles entières nombreuses *(Anomia, Modiola, Cardium, Calyptræa sinensis)*, un peu de vase.

Grès du type d'Erquy, autres roches primaires.

MANCHE

1923 (Carte III, p. 25).

Station 385. — 2 août, 48° 50' N., 5° W. G., au large de la côte septentrionale de Bretagne, à 15 milles au nord des roches de Porsall, à 108 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : travail rude, câble très tendu, on ramène en faisant machine arrière.

Bios abondant sur les pierres.

Hydrozoaires, Polypiers, *Amphioxus*, Pétoncles.

Sable graveleux coquillier, pierres : pierres de toute taille, les petits graviers sont lisses, débris de Bryozoaires, de tubes d'Hermelles, coquilles entières *(Ostrea, Chlamys, Pectunculus, Fissurella, Arca)*.

Silex auréolés très nombreux (un échantillon gros comme la tête), roches primaires.

Crétacé : silex auréolés ; *Quaternaire* : blocs de roches primaires.

Station 386. — 7 août, 49° 48' N., 1° 44' W. G., au nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : chocs très violents, le sac est déchiré et laisse retomber une partie des échantillons.

Bryozoaires arborescents, Ophiures, Modioles, Balanes, Hermelles, *Saxicava* (dans les calcaires).

Bancs rocheux calcaires, pierres, graviers : coquilles entières *(Lima, Pectunculus)*.

Calcaires marneux fossilifères (Ammonites, Bélemnites), silex, roches primaires.

Jurassique : calcaire liasique ; *Quaternaire* : galets.

Station 387. — 7 août, sur le banc de la Schôle, à 16 m. de profondeur.

Drague géologique : traînage très doux.

Bios rare.

Sable moyen coquillier : coquilles brisées nombreuses.

Sédiments actuels épais.

Station 388. — 8 août, 49° 18' N., 2° 25' W. G., au sud-est de Guernesey, à 53 m. de profondeur (carte).

Drague géologique, drague à huîtres : chocs nombreux.

Ophiures, Oursins, Algues calcaires.

Graviers coquilliers, pierres : pierres de toute taille, beaucoup sont couvertes d'Algues calcaires, graviers généralement couverts de Bryozoaires, quelques petits galets, coquilles entières *(Pectunculus, Tapes, Venus ovata)*, débris de Bryozoaires, Foraminifères.

Calcaire éocène fossilifère (Milioles, Alvéolines) en plaquettes perforées, silex assez nombreux, roches primaires nombreuses.

Quaternaire : blocs de roches primaires.

Station 389. — 8 août, 48° 55' N., 2° 21' W. G., à l'ouest des Minquiers, à 38 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique : travail rude.

Bios abondant sur les pierres : Ophiures, Modioles, Spongiaires, Hermelles.

Pierres, graviers coquilliers : pierres de toute taille, graviers souvent encroûtés par des Bryozoaires, des Hermelles, coquilles entières *(Tapes, Venus ovata)*, débris de Bryozoaires.

Roches primaires nombreuses, silex (3).

Quaternaire : blocs de roches primaires.

Station 390. — 10 août, 48° 54' N., 2° 21' W. G., au sud-ouest des Minquiers, à 39 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique : travail rude, en quelques minutes la drague revient pleine jusqu'aux bords.

Ophiures, Hermelles, Eponges, Modioles, Bryozoaires arborescents.

Graviers coquilliers, pierres : pierres de toute taille (deux blocs mesurent plus de 20 centimètres de diamètre), plaquettes de calcaire perforées, couvertes d'Hermelles, coquilles entières *(Venus ovata, Chlamys, Arca)*, débris de Bryozoaires.

Calcaire éocène, une petite Nummulite, silex rares, roches primaires.

Eocène : calcaire.

Station 391. — 10 août, 49° 13' N., 2° 49' W. G., au nord des Roches Douvres, à 59 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : chocs violents.
Hydrozoaires, Ophiures, Modioles, Eponges, Ascidies.
Pierres, quelques graviers.
Roches primaires.

Station 392. — 10 août, 49° 33' N., 3° 3' W. G., au sud de la Fosse centrale, à 53 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique : chocs nombreux.
Ophiures, Balanes, Pétoncles.
Graviers sableux coquilliers, petites pierres : fragments de silex très nombreux, Foraminifères.
Silex auréolés très nombreux, un bloc de craie, roches primaires peu nombreuses.
Crétacé : silex auréolés.

Station 393. — 11 août, 10 h. 30, 50° 25' N., 1° 24' W. G., au sud-ouest de Wight, à 35 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique : travail rude, la drague revient pleine jusqu'aux bords.
Ophiures, Hermelles, Cliones, Saxicaves.
Roche, pierres, quelques graviers : bancs et plaquettes de craie.
Craie blanche, quelques silex, quelques graviers de roches primaires.
Crétacé : craie.

Station 394. — 11 août, 18 h., 50° 23' N., 1° 12' W. G., au sud de Wight, à 40 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : chocs très violents.
Bios rare : Saxicaves, Cliones, Vers, Balanes nombreuses sur les pierres.
Roche, pierres : bancs de craie.
Craie blanche en plaques perforées, silex peu nombreux, cinq roches primaires.
Crétacé : craie.

Station 395. — 11 août, 21 h. 30, 50° 11' N., 1° 26' W. G., dans la région centrale de la Manche, à 85 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique : chocs violents, le câble se déroule, la drague revient pleine jusqu'aux bords.
Ophiures.
Roche pourrie, pierres, quelques graviers.
Argile rouge, craie, silex très nombreux et parfois très volumineux, quelques roches primaires.
Permo-Trias : argile.

Station 396. — 11 août, 24 h., 50° 10' N., 1° 24' W. G., dans la région centrale de la Manche, à 96 m. de profondeur.

Drague géologique : chocs violents.
Hermelles, Ophiures.
Pierres, quelques graviers.
Silex montrant des marques de choc, autres silex, galets de roches primaires.
Quaternaire : galets.

Station 397. — 11 août, 24 h., 50° 3' N., 1° 5' W. G., dans la région centrale de la Manche, à 60 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : chocs violents, la drague revient pleine jusqu'aux bords.

Bryozoaires arborescents, Ascidies, Éponges.
Pierres, graviers : la plupart des graviers sont couverts de bios.
Silex auréolés très nombreux, roches primaires nombreuses.
Crétacé : silex auréolés.

Station 398. — 12 août, 2 h. 30, 49° 53' N., 1° 24' W. G., au nord de la pointe de Barfleur, à 64 m. de profondeur.
Drague géologique : la drague est pleine jusqu'aux bords.
Bios peu abondant : Bryozoaires arborescents, Hermelles.
Pierres : échantillons de toute taille encroûtés par le bios.
Silex nombreux (30), roches primaires parfois très volumineuses.
Quaternaire : blocs de roches primaires.

Station 399. — 12 août, 6 h. 30, 49° 38' N., 0° 44' W. G., à l'est de Barfleur, à 49 m. de profondeur (carte).
Drague géologique : quelques chocs.
Bios rare : Balanes, Hydrozoaires.
Sable graveleux, pierres : les pierres sont petites et leur surface est, en général, dépourvue de bios, le sable est à grains bien roulés.
Silex nombreux, calcaire, roches primaires assez nombreuses.

Station 400. — 12 août, 8 h., 49° 37' N., 0° 40' W. G., dans la baie de Seine, à 38 m. de profondeur (carte).
Drague géologique : trois coups de drague sont donnés sans succès ; le quatrième est réussi, après un traînage très rude.
Ophiures très nombreuses, Algues calcaires, Bryozoaires arborescents.
Plateau rocheux, pierres, sable graveleux coquillier : la drague a dû traîner d'abord sur un plateau de roches ; grandes plaques de calcaire couvertes de tubes de Serpules et d'Hydrozoaires, fragments de Serpules nombreux parmi les graviers.
Calcaire jurassique abondant, quelques silex, roches primaires peu nombreuses.
Oolithique inférieur : calcaire.

Station 401. — 12 août, 11 h., 49° 23' N., 0° 32' W. G., au nord de Saint-Aubin, à 19 m. de profondeur (carte).
Drague géologique : chocs violents, la drague revient pleine jusqu'aux bords.
Bios abondant : Algues, Bryozoaires arborescents, Hermelles, Saxicaves.
Roche, pierres, sable : pierres de toute taille couvertes de bios, sable à débris d'Hermelles, Foraminifères.
Calcaires oolithiques et encrinitiques très abondants, quelques roches primaires.
Oolithique inférieur : calcaire.

Station 402. — 12 août, 12 h. 30-13 h. 30, 49° 28' N., 0° 33' W. G., au large du banc de Seine, à 35 m. de profondeur (carte).
Chalut : le chalut traîne pendant une heure.
Pétoncles (200), Buccins (30), Blennies, Rougets, Éponges, Balanes, Ascidies, Ophiures.
Pas d'échantillons géologiques.

Station 403. — 12 août, 15 h., 49° 38' N., 0° 57' W. G., à l'est de Saint-Vaast, à 35 m. de profondeur (carte).
Drague géologique : traînage doux, quelques chocs, la drague est remontée pleine jusqu'aux bords.

Hydrozoaires, Algues calcaires.

Pierres, graviers coquilliers, maerl : pierres petites et peu nombreuses, les graviers sont souvent couverts de bios, coquilles entières nombreuses *(Tapes, Ostrea, Venus ovata)*, Algues calcaires ramifiées ou en boules, Foraminifères.

Silex, calcaire, grès.

Station 404. — 17 août, 8 h. 30, 50° 24' N., 1° E. G., au sud-ouest du Vergoyer, à 35 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : travail doux, la drague revient pleine jusqu'aux bords.

Algues calcaires, Balanes, Pétoncles.

Pierres, graviers coquilliers, sable fin : pierres petites et peu nombreuses à surface généralement couverte de bios ; une partie des graviers sont peut-être anciens ; coquilles entières *(Nucula nucleus, Venus ovata)*, glauconie abondante, piquants d'Oursins.

Silex éclatés et patinés nombreux, calcaire glauconieux, Nummulites nombreuses (*N. lævigatus* Lmk. A et B).

Eocène : Nummulites ; *Quaternaire* : silex éclatés.

Station 405. — 17 août, 10 h. 30, 50° 31' N., 1° 15' E. G., au pied de la Bassure de Baas, à 30 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : chocs violents.

Hydrozoaires, Ophiures, Dentales.

Pierres, graviers coquilliers, sable très fin : une partie des pierres et des graviers devaient être enfouis sous le sable ; glauconie.

Silex éclatés et patinés nombreux, calcaire, quelques fossiles roulés, quelques Nummulites *(N. lævigatus* Lamk. A et B), petits fragments de roches primaires.

Quaternaire : silex éclatés.

Station 406. — 17 août, 12 h. 30, 50° 38' N., 1° 25' E. G., au large de Boulogne, à 30 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : travail rude, la drague s'accroche au fond.

Serpules, *Echinocyamus*.

Roches, pierres, sable fin coquillier : bancs de calcaire, petites pierres couvertes de tubes de Serpules ou à surface lisse, glauconie abondante, tubes de Serpules en fragments, piquants d'Oursins.

Silex nombreux, souvent en galets, calcaire marneux fossilifère (Lamellibranches), un échantillon de roche primaire.

Oolithique supérieur : calcaire portlandien ; *Quaternaire* : galets.

Station 407. — 25 août, 13 h., 50° 46' N., 1° 24' E. G., dans le Creux de Lobourg, à 45 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : chocs violents.

Bryozoaires arborescents, Serpules, Étoiles, Ophiures.

Pierres, graviers, sable coquillier : la plupart des graviers sont couverts de bios ; glauconie abondante, débris de tubes de Serpules.

Silex éclatés et patinés nombreux, grès ferrugineux, calcaire gréseux gris, quelques roches primaires.

Oolithique supérieur : calcaire portlandien ; *Quaternaire* : silex éclatés.

Station 408. — 25 août, 50° 48' N., 1° 17' E. G., près de la Queue du Colbart, à 32 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique : traînage doux.

Sable moyen graveleux, pierres : débris d'Algues calcaires et de tubes de Serpulés d'aspect subfossile.

Calcaire marneux fossilifère, silex rares.

Jurassique : calcaire marneux portlandien.

Station 409. — 25 août, 16 h., 50° 52' N., 1° 8' E. G., à 7 milles de Dungeness, à 35 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : traînage doux, quelques chocs.

Echinocyamus, Venus ovata.

Sable fin coquillier, pierres : glauconie abondante, coquilles entières *(Venus ovata, Nucula nucleus)*, Foraminifères.

Silex.

Station 410. — 25 août, 19 h., 50° 45' N., 0° 43' E. G., au large de Hastings, à 35 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : traînage presque insensible.

Bios peu abondant : *Cardium norvegicum.*

Sable fin coquillier, pierres : grains de limonite, glauconie, coquilles entières *(Chlamys, Ostrea)*.

Grès ferrugineux.

Sédiments actuels épais.

Station 411. — 25 août, 21 h. 30, 50° 30' N., 0° 50' E. G., à l'ouest de la Bassurelle, à 40 m de profondeur (carte).

Drague géologique : traînage très doux.

Cardium norvegicum, edule, Echinocyamus.

Sable fin coquillier, graviers : graviers peu abondants, beaucoup de coquilles sont encroûtées par des tubes de Serpules, les coquilles entières sont nombreuses *(Pectunculus, Chlamys, Cardium, Ostrea, Nucula nucleus)*, débris de test de Balanes, glauconie, Foraminifères.

Quelques Nummulites.

Sédiments actuels épais.

Station 412. — 26 août, 1 h., 50° 27' N., 0° 37' E. G., au milieu de la Manche orientale, à 45 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Bios peu abondant : *Pectunculus*, Balanes.

Graviers sableux coquilliers, pierres : les pierres sont encroûtées par des Bryozoaires, des Algues calcaires, beaucoup sont à l'état de galets, une partie des graviers sont peut-être anciens, Foraminifères.

Nummulites peu nombreuses, silex, quelques roches primaires.

Quaternaire : galets.

Station 413. — 26 août, 4 h., 50° 11' N., 0° 49' E. G., près de la Queue de la Bassure, à 37 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Serpules, *Pectunculus.*

Sable graveleux coquillier, pierres : pierres peu nombreuses à surface généralement couverte de tubes de Serpules, graviers encroûtés par des Bryozoaires et des Algues calcaires ; une partie des graviers sont peut-être anciens ; glauconie abondante, maerl abondant ; coquilles entières *(Pectunculus, Chlamys, Emarginula, Venus ovata)*, Foraminifères, spicules d'Éponges.

Nummulites nombreuses (*N. lævigatus* Lmk. A et B), silex auréolés abondants, roches primaires rares.

Crétacé : silex auréolés ; *Eocène* : Nummulites.

Station 414. — 26 août, 6 h. 30, 50° 2' N., 1° 2' E. G., au large de Dieppe, à 20 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Pectunculus, Dosinia.

Graviers sableux, pierres : glauconie abondante, coquilles entières nombreuses *(Pectunculus, Dosinia, Tapes)*, maerl abondant, Foraminifères.

Silex, graviers de roches primaires rares.

Sédiments actuels épais.

Station 415. — 26 août, 10 h., à un mille ½ au nord de Dieppe, à 15 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : nombreux chocs.

Bryozoaires arborescents, Algues calcaires.

Sable coquillier, galets : galets parfois entièrement couverts d'Algues calcaires, débris de Balanes, de tubes de Serpules, glauconie abondante, coquilles entières *(Nucula nucleus, Ostrea)*, Foraminifères.

Silex en galets.

Station 416. — 2 septembre, 14 h., 50° 3' N., 1° 22' W. G., dans la partie axiale de la Manche, à 79 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : traînage doux, puis chocs violents.

Bios très abondant : Comatules, Hermelles, Bryozoaires arborescents, Spongiaires, Étoiles, *Chlamys varia.*

Roche, pierres, graviers : bancs de craie perforée, pierres nombreuses et volumineuses souvent encroûtées par les Hermelles.

Station 417. — 2 septembre, 16 h. 30, 49° 55' N., 1° 40' W. G., au nord de Cherbourg, à 65 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : travail très rude, le câble se déroule, la drague est remontée pleine jusqu'aux bords.

Bios rare.

Pierres, graviers : les pierres sont, en général, arrondies et dépourvues de bios.

Roches primaires nombreuses, calcaire fossilifère, silex nombreux dont beaucoup montrent des marques de choc, craie.

Quaternaire : galets.

Station 418. — 2 septembre, 18 h. 30, 49° 46' N., 1° 56' W. G., au large de Jerd'heux, à 50 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : chocs violents, le câble se déroule, on ramène en faisant machine arrière, la drague ne contient que quelques cailloux.

Balanes, Modioles, Ascidies.

Roche, pierres.

Un silex, deux roches primaires.

Tête de roche.

Station 419. — 6 septembre, 19 h. 30, 49° 48' N., 1° 50' W. G., au nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : chocs violents.

Modioles, Balanes, Hermelles, Étoiles.

Pierres : pierres de toute taille généralement arrondies à surface couverte de tubes d'Hermelles.

Roches primaires nombreuses et variées, silex peu nombreux, calcaire.

Station 420. — 6 septembre, 20 h., 49° 47' N., 1° 54' W. G., au nord de la Hague, à 75 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : chocs extrêmement violents.

Bryozoaires arborescents, Hermelles.

Roches primaires volumineuses.

Tête de roche.

Station 421. — 7 septembre, 14 h. 30, 49° 17' N., 2° 28' W. G., entre Jersey et Guernesey, à 55 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : traînage rude.

Pectunculus, Algues calcaires.

Graviers sableux coquilliers, pierres : graviers généralement encroûtés par des Bryozoaires, des tubes de Serpules, coquilles entières *(Venus ovata, Arca, Pectunculus, Tapes, Emarginula, Cypræa)*, glauconie, Foraminifères.

Calcaire éocène (1), silex (1), roches primaires.

Station 422. — 8 septembre, 16 h., 49° 10' N., 2° 27' W. G., à l'ouest de Jersey, à 45 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Bios abondant : Ophiures, Bryozoaires arborescents, Spongiaires, Algues calcaires, *Venus ovata, Arca lactea, Gastrochæna dubia.*

Roche, pierres, graviers coquilliers : bancs rocheux, plaquettes calcaires perforées et couvertes de bios, graviers encroûtés, coquilles entières *(Pectunculus, Tapes, Venus ovata, Arca)*.

Calcaire éocène fossilifère (Milioles, Alvéolines), silex (1), roches primaires.

Eocène : calcaire.

Station 423. — 7 septembre, 16 h. 30, 49° 3' N., 2° 26' W. G., au nord-ouest des Minquiers, à 40 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : traînage rude, la drague revient pleine jusqu'aux bords.

Bios abondant : Ophiures, Éponges, Modioles, *Venus verrucosa.*

Pierres, graviers coquilliers : nombreuses pierres de la taille du poing, graviers couverts de Bryozoaires, coquilles entières *(Modiola, Pectunculus, Tapes, Fissurella, Arca, Calyptræa, Venus ovata, Chlamys)*, pinces de Crustacés.

Roches primaires, silex rares, calcaire éocène en petits fragments.

Station 424. — 7 septembre, 18 h. 30, 48° 50' N., 2° 19' W. G., au sud-ouest des Minquiers, à 31 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : chocs très violents.

Ophiures, Algues calcaires.

Pierres, graviers coquilliers : pierres nombreuses de toute taille (un bloc gros comme la tête), beaucoup de graviers sont couverts d'Algues calcaires, débris de Bryozoaires, coquilles entières *(Arca, Tapes, Chlamys, Venus ovata, Calyptræa, Nucula nucleus)*.

Roches primaires, grès rose abondant, calcaire éocène en petits fragments.

Grès feldspathique.

Station 425. — 8 septembre, 10 h., 48° 39' N., 2° 17' W. G., près de la baie de la Fresnaye, à 10 m. de profondeur (carte).

Drague à huîtres.

Maerl, Zostères, Algues, Balanes, *Venus verrucosa.*

Sable vaseux.

Sédiments actuels épais.

Station 426. — 8 septembre, 11 h., 48° 40' N., 2° 14' W. G., entre la Fresnaye et le Grand Banc, à 21 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Maerl.

Graviers coquilliers, pierres : coquilles entières *(Tapes, Nassa, Venus ovata, Cypræa, Arca, Nucula nucleus, Fissurella)*, débris de Balanes, Foraminifères.

Quartz, schistes briovériens, autres roches primaires peu nombreuses.

Station 427. — 8 septembre, 12 h., 48° 41' N., 2° 13' W. G., entre la Fresnaye et le Grand Banc, à 22 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Maerl, *Ostrea.*

Graviers coquilliers, pierres : graviers généralement couverts d'Algues calcaires, coquilles entières *(Pectunculus, Modiola, Tapes).*

Grès rose abondant, schistes verts.

Station 428. — 8 septembre, 12 h. 30, 48° 41' N., 2° 11' W. G., sur le Vieux Banc, à 22 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Maerl.

Graviers : coquilles entières *(Pectunculus, Venus verrucosa, Tapes).*

Sédiments actuels épais.

Station 429. — 8 septembre, 13 h., 48° 42' N., 2° 17' W. G., au large du cap Fréhel, à 24 m de profondeur (carte).

Drague géologique.

Bios abondant : Maerl, Spongiaires, Ascidies, Anomies.

Pierres : échantillons nombreux de toute taille, coquilles entières *(Anomia, Venus verrucosa, Chlamys varia, Littorina).*

Grès rose très abondant, autres roches rares.

Station 430. — 8 septembre, 14 h., 48° 41' N., 2° 8' W. G., à l'est du Vieux Banc, à 18 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Maerl, *Venus verrucosa.*

Graviers : coquilles entières *(Venus ovata, verrucosa, Tapes, Pectunculus).*

Sédiments actuels épais.

MANCHE

1924 (Carte IV, p. 27)

Station 501. — 5 juin, 6 h. 30, 49° 7' N., 5° 12' W. G., à l'entrée occidentale de la Manche, à 105 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : traînage rude.

Ascidies, *Echinocyamus*.

Sable coquillier, pierres : pierres à surface couverte de Bryozoaires, grosses coquilles entières nombreuses *(Pectunculus, Pecten, Chlamys, Venus, Astarte)*.

Roches primaires très nombreuses (grès, grauwacque, roches cristallines), silex, une petite Nummulite.

Quaternaire : blocs de roches primaires.

Station 502. — 5 juin, 22 h., 49° 26' N., 5° 22' W. G., à l'entrée occidentale de la Manche, à 100 m. de profondeur.

Drague géologique : traînage presque insensible.

Sable coquillier : fragments de Bryozoaires, Foraminifères, coquilles presque toutes vides *(Chlamys, Pectunculus* à aspect usé).

Quelques fragments de roches primaires.

Sédiments actuels épais.

Station 516. — 1er août, 14 h. 30, 49° 52' N., 1° 41' W. G., au nord de Cherbourg, à 60 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique : deux coups de drague : 1° la drague s'accroche au fond, rupture du câble par un coup d'hélice ; 2° chocs violents ; la drague revient pleine jusqu'aux bords ; on a dérivé vers le sud entre les deux dragages.

Modioles, Comatules, Pagures, Balanes.

Pierres : les pierres sont couvertes de bios.

Calcaire liasique (1), silex (16), roches primaires (grès).

Station 517. — 1er août, 16 h. 30, 49° 51' N., 1° 49' W. G., au nord de Cherbourg, à 70 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : chocs violents, la drague ne ramène que peu d'échantillons.

Modioles, Hermelles, Flustres.

Pierres : échantillons petits et arrondis couverts de bios.

Silex (1), quelques roches primaires.

Station 518. — 2 août, 6 h., 49° 50' N., 2° 52' W. G., dans la partie axiale de la Manche, à 70 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : deux coups de drague ; le 1er ne ramène pas de pierres.

Ophiures, *Pectunculus, Chlamys*.

Graviers coquilliers, pierres : pierres petites et peu nombreuses, glauconie abondante.

Silex petits auréolés encroûtés par des Bryozoaires.

Crétacé : silex auréolés.

Station 520. — 6 août, 7 h., 49° 51' N., 4° 55' W. G., au sud de Lizard, à 80 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : deux coups de drague : 1er, pas de résultats ; 2e, drague pleine de sable.

Bryozoaires arborescents.

Sable grossier coquillier, pierres : petites pierres arrondies, coquilles entières nombreuses *(Chlamys opercularis, Pecten, Pectunculus, Anomia)*, beaucoup de coquilles sont usées et perforées.

Silex, quartz.

Sédiments actuels épais.

Station 521. — 6 août, 8 h., 49° 53' N., 5° W. G., au sud-est de Lizard, à 86 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Ophiures.

Sable coquillier : quelques graviers, coquilles entières peu nombreuses *(Pectunculus glycimeris, Chlamys opercularis)*.

Pas d'échantillons géologiques.

Sédiments actuels épais.

Station 522. — 6 août, 10 h. 30, 49° 55' N., 5° 3' W. G., au sud-est de Lizard, à 80 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Ophiures.

Roche pourrie, pierres, sable coquillier : plaquettes argileuses perforées (*Saxicava, Pholadidea papyracea*, Annélides), petits galets, glauconie, coquilles entières *(Turritella, Venus ovata, Chlamys, Pecten, Lima)*, fragments de Bryozoaires, piquants d'Oursins.

Argiles grises ou rougeâtres, silex (2), craie (1), roches primaires en petits fragments arrondis.

Permo-Trias : argiles.

Station 523. — 6 août, 13 h., 49° 59' N., 5° 20' W. G., entre Lizard et Penzance, à 40 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : traînage doux.

Pectunculus (200).

Sable coquillier : glauconie, fragments de Balanes.

Pas d'échantillons géologiques.

Sédiments actuels épais.

Station 524. — 7 août, 7 h., 49° 53' N., 5° 16' W. G., au sud-est de Penzance, à 80 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Ophiures, *Echinocyamus, Pecten, Pectunculus.*

Pierres, sable coquillier : coquilles entières nombreuses *(Pecten, Chlamys, Astarte, Emarginula)*.

Argiles rouges, silex nombreux, roches primaires nombreuses (grès, amphibolites).

Permo-Trias : argiles ; *Crétacé* : silex auréolés ; *Quaternaire* : blocs de roches primaires.

Station 525. — 7 août, 10 h., 49° 47' N., 5° 10' W. G., au sud de Lizard, à 90 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Pierres, sable coquillier : pierres nombreuses, coquilles entières *(Chlamys opercularis, Pectunculus glycimeris)*.

Silex nombreux, quelques roches primaires.

Crétacé : silex auréolés ; *Quaternaire* : silex patinés.

Station 526. — 7 août, 13 h., 49° 26' N., 5° 1' W. G., à l'entrée occidentale de la Manche, à 97 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Comatules, Hermelles.

Pierres, sable coquillier : glauconie, coquilles entières nombreuses *(Chlamys opercularis Pectunculus glycimeris, Anomia, Venus ovata, Pinna)*.

Silex, quartzite, roches cristallines.

Crétacé : silex auréolés ; *Quaternaire* : blocs de roches primaires.

Station 527. — 7 août, 17 h., 49° 14' N., 4° 36' W. G., à l'entrée occidentale de la Manche, à 91 m. de profondeur (petite sonde Lucas).

Drague géologique : chocs violents.

Hydrozoaires, Eponges.

Roche, pierres, sable coquillier: bancs calcaires, pierres nombreuses et volumineuses portant des Polypiers, débris de Bryozoaires, glauconie, coquilles entières très nombreuses *(Chlamys opercularis, Cardium norvegicum, Lima, Tapes)*.

Silex, calcaire glauconieux en blocs nombreux et volumineux, une petite Nummulite, quelques petits fragments de roches primaires.

Crétacé moyen : calcaire glauconieux.

Station 528. — 11 août, 13 h. 30, 49° 5' N., 4° 7' W. G., près de la Roche Blanche, à 92 m. de profondeur (petite sonde Lucas).

Drague géologique : chocs violents.

Ophiures, Oursins, Alcyons.

Pierres, graviers coquilliers : pierres nombreuses et volumineuses, à surface couverte de bios, les petits graviers ont une surface lisse, coquilles entières nombreuses *(Chlamys opercularis, Pectunculus glycimeris, Anomia, Fissurella, Cypræa europæa)*.

Roches cristallines dominantes, quelques silex.

Quaternaire : blocs de roches primaires.

Station 529. — 11 août, 16 h. 30, 48° 58' N., 4° 28' W. G., au nord de l'île Vierge, à 95 m. de profondeur.

Drague géologique.

Ophiures.

Pierres, sable coquillier : pierres nombreuses et volumineuses, débris de Bryozoaires, coquilles entières nombreuses *(Chlamys opercularis, Venus ovata, Lima, Anomia, Cypræa europæa)*.

Silex nombreux auréolés (un bloc pesant 3 kg. 200), roches primaires.

Crétacé : silex ; *Quaternaire* : blocs de roches primaires.

Station 530. — 11 août, 20 h., 49° 8' N., 5° W. G., à l'entrée occidentale de la Manche, à 96 m. de profondeur (petite sonde Lucas).

Drague géologique : la drague traîne tantôt doucement, tantôt durement.

Ophiures, Bryozoaires arborescents.

Sable vaseux coquillier, pierres : pierres nombreuses peu volumineuses à surface couverte de bios, glauconie, coquilles entières nombreuses, mais peu variées *(Pectunculus glycimeris, Chlamys opercularis)*.

Silex auréolés dominants, grès, roches cristallines.

Crétacé : silex.

Station 531. — 12 août, 1 h., 48° 52' N., 5° 31' W. G., à l'entrée occidentale de la Manche, à 108 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Bios rare : *Echinocardium.*

Sable coquillier : quelques petits graviers, débris de Bryozoaires très nombreux, coquilles entières très nombreuses *(Pectunculus glycimeris, Venus ovata, Anomia).*

Pas d'échantillons géologiques.

Sédiments actuels épais.

Station 533. — 12 août, 11 h., 49° N., 4° 50' W. G., à l'entrée occidentale de la Manche, à 105 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Bios rare : Vers, *Pectunculus.*

Pierres, sable coquillier : débris de Bryozoaires, coquilles entières très nombreuses *(Pectunculus glycimeris, Venus ovata).*

Un silex, grès rose, moules internes de Gastropodes fossiles, roches cristallines.

Quaternaire : blocs de roches primaires.

Station 534. — 12 août, 16 h., 49° 19' N., 4° 7' W. G., à l'extrémité occidentale de la Fosse centrale, à 84 m. de profondeur.

Drague géologique : chocs nombreux.

Bios rare : Ophiures, Oursins, Eponges.

Pierres, sable coquillier : pierres volumineuses à surface généralement couverte de bios, piquants d'Oursins, débris de Bryozoaires, glauconie, coquilles entières nombreuses *(Pectunculus glycimeris, Chlamys opercularis, distortus).*

Silex, gros bloc calcareo-siliceux montrant une texture stratifiée, quelques roches primaires.

Crétacé moyen : roches glauconieuses.

Station 535. — 23 août, 16 h., 50° 29' N., 0° 43' W. G., au sud-est de Wight, à 42 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : on drague par mer houleuse et vent W. S. W. de force 6.

Etoiles, Ascidies, Oursins.

Pierres, graviers : coquilles entières peu nombreuses *(Fissurella, Chlamys).*

Silex éclatés et patinés, un peu de craie perforée.

Quaternaire : silex patinés.

Station 536. — 23 août, 20 h., au sud-est de Wight, à 51 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : mer houleuse, on sent quelques chocs, la drague revient vide.

Station 537. — 25 août, 9 h., 49° 30' N., 1° W. G., au large de Grandcamp, à 20 m. de profondeur environ.

Petit chalut traîné pendant une heure (deux milles parcourus).

Quelques Algues calcaires, coquilles entières nombreuses, parfois couvertes de Balanes *(Natica, Buccinum, Pectunculus, Chlamys, Trochus).*

Station 538. — 25 août, 13 h., 49° 27' N., 0° 38' W. G., au nord d'Arromanches, à 22 m. de profondeur.

Drague géologique.

Bios rare : Vers, *Pectunculus.*

Sable coquillier, petites pierres : maerl vivant ou mort, glauconie, coquilles entières *(Pectunculus, Pecten, Tapes, Cardium, Natica).*

Silex, calcaire encrinitique, grès en petits fragments.

Sédiments actuels épais.

Station 539. — 25 août, 14 h. 30, 49° 25' N., 0° 25' W. G. au nord de Bernières, à 23 m. de profondeur.

Drague géologique : quelques chocs.

Oursins, Algues calcaires, Alcyons, Eponges.

Pierres, graviers, sable coquillier : les pierres sont surtout des plaquettes calcaires perforées (Cliones, *Gastrochæna)*, glauconie abondante, coquilles entières *(Trochus, Eulima polita)*.

Calcaire fossilifère *(Terebratula, Ostrea*, piquants d'Oursins), quelques fragments de roches aberrantes (silex, schiste).

Oolithique inférieur : calcaire.

Station 540. — 25 août, 15 h. 20, 49° 28' N., 0° 16' W. G., au nord de Ouistreham, à 31 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : traînage doux.

Bios rare : Etoile, Alcyons.

Graviers, sable fin : glauconie abondante, coquilles entières peu nombreuses *(Venus ovata)*.

Sédiments actuels épais.

Station 541. — 27 août, 10 h. 30, 49° 23' N., 0° 17' W. G., devant Ouistreham, sur l'emplacement d'un banc de coquilles Saint-Jacques connu par les pêcheurs, à 15 m. de profondeur environ.

Drague à huîtres : trois dragages, la drague laisse filtrer le sable et les petits cailloux.

Bios abondant : Etoiles, Oursins, Ascidies, Pagures, Balanes, *Pecten* (16).

Pierres peu nombreuses à surface couverte de bios, coquilles entières nombreuses *(Cardium norvegicum, Solen, Ostrea)*.

Silex et calcaire en petits fragments.

Station 542. — 27 août, 20 h., 49° 49' N., 0° 5' E. G., au large de Fécamp, à 36 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Ophiures, Algues calcaires.

Pierres, graviers coquilliers : les pierres devaient être enfouies au milieu des graviers, glauconie, coquilles entières nombreuses *(Pectunculus glycimeris, Tapes, Chlamys)*.

Silex auréolés très nombreux, rares silex arrondis, quelques roches aberrantes.

Crétacé : silex.

Station 543. — 27 août, 23 h., 50° 18' N., 0° 20' E. G., dans la partie axiale de la Manche, à 46 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Flustra, Pectunculus, Tapes.

Pierres, graviers coquilliers : glauconie, Nummulites nombreuses *(N. lævigatus* Lmk. A et B), calcaire glauconieux en plaquettes, silex nombreux et volumineux.

Eocène : Nummulites, calcaire.

Station 544. — 28 août, 3 h., 50° 22' N., 0° 12' W. G., dans la partie axiale de la Manche, à 51 m. de profondeur.

Drague géologique.

Ophiures, Modioles, *Tapes, Pectunculus.*

Graviers coquilliers, pierres : pierres nombreuses mais peu volumineuses, glauconie, coquilles entières *(Chlamys, Venus ovata, Natica)*.

Silex en petits fragments verruqueux, roche trouée, quelques petits échantillons de roches primaires.

Station 545. — 28 août, 7 h., 50° 35' N., 0° 14' E. G., au sud de Beachy Head, à 64 m. de profondeur.

Drague géologique : travail très rude.

Ophiures, *Tapes*.

Pierres, graviers coquilliers : pierres à surface couverte de bios, glauconie abondante.

Nummulites nombreuses *(N. lævigatus* Lmk. A et B), silex nombreux et variés, un gros bloc de roche primaire.

Eocène : Nummulites.

Station 546. — 28 août, 50° 31' N., 0° 9' W. G., au sud de Brighton, à 57 m. de profondeur (petite sonde Lucas).

Drague géologique : chocs extrêmement violents, le sac est déchiré.

Ophiures.

Pierres, graviers : les pierres sont couvertes de bios.

Silex éclatés et patinés nombreux, fragments de calcaire glauconieux à Milioles, Alvéolines quelques Nummulites.

Quaternaire : silex éclatés.

Station 547. — 28 août, 17 h. 30, 50° 12' N., 1° 6' W. G., dans le prolongement oriental de la Fosse centrale, à 65 m. de profondeur (petite sonde Lucas).

Drague géologique : chocs très violents.

Bios peu abondant : *Solaster*, Pétoncles.

Pierres : quelques gros graviers.

Quelques Nummulites, silex nombreux à auréole peu épaisse, quelques silex éclatés, un peu de craie perforée (Annélides, *Gastrochæna)*, un bloc de calcaire kiméridgien, quelques roches primaires.

Crétacé : silex auréolés.

MANCHE

1925 (Carte V, p. 28)

Station 1.041. — 7 septembre, 19 h. 45, 48° 51' N., 4° 1' W. G., au nord de l'île de Batz, à 80 m. de profondeur (carte).

Drague géologique (modèle 1925).

Ophiures, Hydrozoaires.

Pierres, graviers coquilliers : pierres nombreuses de toute taille couvertes de bios, coquilles entières nombreuses *(Chlamys distortus, Anomia, Venus ovata)*.

Roches primaires nombreuses, petits silex de forme irrégulière à auréole blanche, calcaire tendre fossilifère (Milioles, Alvéolines, *Orbitolites)*.

Eocène : calcaire.

Station 1.094. — 6 octobre, 11 h., 48° 54' N., 3° 48' W. G., au large des Triagoz, à 82 m. de profondeur (petit sondeur Lucas).

Drague géologique (modèle 1924), chocs très violents.

Bios abondant surtout sur les pierres : Ophiures, Eponges, Hydrozoaires, Salmacines, *Echinus melo*.

Roche, pierres : pierres volumineuses couvertes de bios, coquilles entières rares (*Astarte sulcata, Venus verrucosa, Chlamys distortus, Anomia)*.

Roches primaires très variées.

MANCHE

Entrée occidentale et bancs du large

1926 (Carte V, p. 28 et Carte XVIII, p. 271)

Station 2.001. — 25 juin, 8 h. 30, 49° 15' N., 3° 25' W. G., au voisinage du plateau du Gaston-Rivier, à 70 m. de profondeur (sondeur Warluzel).

Drague géologique (modèle 1926).

Ophiures, Flustres, Hermelles, Balanes.

Pierres, graviers coquilliers : pierres couvertes de bios.

Calcaire éocène peu abondant à Milioles, silex à auréole blanche peu nombreux, grès feldspathiques, autres roches primaires.

Station 2.002. — 25 juin, 8 h., 49° 16' N., 3° 19' W. G., sur le plateau du Gaston-Rivier, à 50 m. de profondeur (petit sondeur Lucas, sonde à main).

Drague géologique (modèle 1926) : chocs très violents.

Ophiures, Flustres.

Roche, pierres, graviers roulés : tête de roche paléozoïque.

Calcaire éocène très peu abondant, quelques silex, grès feldspathique, autres roches primaires.

Tête de roche.

Station 2.003. — 25 juin, 17 h. 30, 49° 16' N., 3° 20' W. G., sur le plateau du Gaston-Rivier, à 51 m. de profondeur (sondeur).

Drague géologique (modèle 1926) : quelques chocs.

Flustres.

Sable coquillier, petits graviers, quelques pierres : les pierres sont couvertes de bios.

Un fragment de calcaire tertiaire, un silex, quelques roches primaires.

Station 2.004. — 25 juin, 20 h., 49° 7' N., 3° 38' W. G., au nord du plateau des Triagoz, à 82 m. de profondeur (petit sondeur Lucas).

Drague géologique (modèles 1926 et 1924) : 1er coup de drague, le filet est déchiré ; 2e coup de drague, la drague revient pleine.

Alcyons, Eponges.

Pierres, sable coquillier : pierres de toute taille couvertes de bios, sable à coquilles brisées et débris de Bryozoaires.

Quelques silex de forme très irrégulière, grès feldspathique rose, nombreuses roches primaires variées.

Quaternaire : blocs de roches primaires.

Station 2.005. — 25 juin, 22 h. 30, 49° 13' N., 3° 57' W. G., au large de la côte de Roscoff, à 91 m. de profondeur (sondeur).

Drague géologique (modèle 1924) : 1er coup de drague, le filet est déchiré ; 2e coup de drague réussi.

Polypiers, Alcyons, *Echinus melo*.

Sable coquillier, pierres : le sable est constitué en majeure partie par des débris de Bryozoaires et par des coquilles entières ou brisées ; pierres de toute taille, arrondies ou anguleuses.

Silex très nombreux irréguliers auréolés, roches primaires variées, un énorme bloc de grès arkosique rose.

Crétacé : silex irréguliers auréolés ; *Quaternaire* : blocs de roches primaires.

Station 2.006. — 26 juin, 48° 51' N., 3° 59' W. G., au nord de l'île de Batz, à 75 m. de profondeur (sondeur).

Drague géologique (modèle 1924).

Alcyons, Hydrozoaires, Polypiers.

Pierres : pierres de toute taille couvertes de bios.

Une vingtaine de petits fragments de calcaire falunien fin contenant des Milioles, silex peu abondants, roches primaires nombreuses et variées parmi lesquelles quatre énormes blocs.

Quaternaire : blocs de roches primaires.

Station 2.007. — 26 juin, 9 h., 48° 50' N., 4° 22' W. G., au nord de Pontusval, à 100 m. de profondeur (sondeur).

Drague géologique.

Pierres : pierres de toute taille couvertes d'Eponges, de Bryozoaires, de Polypiers.

Un bloc de calcaire blanc à petites Nummulites, roches primaires nombreuses et variées de formes plutôt roulées.

Eocène : calcaire à Nummulites.

Station 2.008. — 26 juin, 13 h., 48° 46' N., 4° 40' W. G., au nord des roches de Porsal, à 99 m. de profondeur (sondeur).

Drague géologique (modèle 1924) : chocs très rudes sur le fond.

Eponges, Modioles, Hermelles, *Echinus melo*.

Pierres, graviers : pierres de toute taille, petits graviers roulés.

Silex nombreux irréguliers à auréole épaisse ; un échantillon de calcaire blanc, roches primaires nombreuses et variées parmi lesquelles deux énormes blocs.

Crétacé : silex auréolés ; *Quaternaire* : blocs de roches primaires.

Station 2.009. — 26 juin, 15 h., 38° 48' N., 4° 59' W. G., au nord d'Ouessant, à 108 m. de profondeur (petit sondeur Lucas).

Drague géologique : chocs rudes.

Hydrozoaires.

Graviers, pierres : petits graviers couverts d'animaux.

Silex assez nombreux de petite taille à auréole blanche, roches primaires.

Station 2.010. — 26 juin, 16 h., 48° 50' N., 4° 59' W. G., au nord d'Ouessant, à 108 m. de profondeur (carte).

Drague géologique (modèles 1924 et 1926) : 1er coup de drague, le sac est déchiré ; 2e coup de drague, chocs très violents.

Alcyons, Eponges, *Eschara*.

Sable coquillier, graviers, pierres : le sable contient surtout des débris de Bryozoaires, Foraminifères relativement abondants, pierres nombreuses couvertes de bios.

Silex biscornus crevassés nombreux, calcaires rougeâtres énigmatiques, roches primaires nombreuses et variées de forme plutôt arrondie parmi lesquelles beaucoup de porphyres.

Crétacé : silex auréolés ; *Quaternaire* : blocs de roches primaires.

Station 2.011. — 26 juin, 19 h., 48° 47' N., 5° 25' W. G., à l'entrée de la Manche occidentale, à 110 m. de profondeur (petit sondeur Lucas).

Drague géologique (modèle 1925) : traînage d'abord doux, puis très rude.

Oursins, Eponges, *Eschara*.

Sable coquillier, graviers, pierres : le sable contient surtout des débris de Bryozoaires, pierres nombreuses couvertes d'animaux.

Silex très nombreux et volumineux de forme irrégulière, petits fragments de craie perforée, roches primaires nombreuses de nature variée : gros blocs de grès blanc du type grès armoricain.

Crétacé : silex auréolés.

Station 2.012. — 26 juin, 22 h., 48° 40' N., 5° 40' W. G., à l'entrée de la Manche occidentale, à 110 m. de profondeur (sondeur).

Drague géologique (modèle 1926).

Alcyons.

Sable coquillier, pierres : sable contenant surtout des coquilles brisées et débris de Bryozoaires.

Silex très nombreux assez variés, quelques roches primaires, un petit galet de grès rouge, roches granitoïdes.

Crétacé : silex auréolés.

Station 2.013. — 27 juin, 4 h., 48° 27' N., 6° 24' W. G., au nord-est du banc Parsons, à 120 m. de profondeur (sondeur).

Drague géologique (modèle 1926).

Bios rare.

Sable coquillier, graviers : beaucoup de coquilles entières *(Chlamys opercularis, Pectunculus glycimeris)*, coquilles brisées, graviers plutôt roulés en partie couverts d'une patine.

Graviers de silex assez nombreux, graviers de roches primaires, graviers de calcaire brun.

Sédiments actuels épais.

Station 2.014. — 27 juin, 7 h., 48° 22' N., 6° 31' W. G., sur le banc Parsons, à 110 m. de profondeur (sondeur).

Drague géologique (modèle 1926) : traînage doux.

Bios rare.

Sable coquillier, graviers : petits graviers roulés.

Graviers de silex nombreux.

Sédiments actuels épais.

Station 2.015. — 27 juin, 12 h., 48° 17' N., 5° 38' W. G., au large d'Ouessant, à 119 m. de profondeur (petit sondeur Lucas).

Drague géologique (modèle 1926).

Bios rare : Bryozoaires arrondis.

Sable fin coquillier : falun très fin à débris de Bryozoaires extrêmement abondants, Foraminifères relativement nombreux, coquilles entières *(Chlamys opercularis)*.

Quelques petits graviers de silex.

Sédiments actuels épais.

Station 2.016. — 27 juin, 48° 16' N., 5° 23' W. G., au sud d'Ouessant, à 119 m. de profondeur (sondeur).

Drague géologique (modèle 1924).

Bios rare.

Coquilles brisées : beaucoup de débris de Bryozoaires, coquilles entières *(Chlamys opercularis)*, Foraminifères relativement abondants.

Quelques pierres (quartz, granite), graviers de silex peu abondants.

Sédiments actuels épais.

Station 2.017. — 27 juin, 16 h., 48° 15' N., 5° 15' W. G., au sud d'Ouessant, à 110 m. de profondeur (carte).

Drague géologique (1924) : traînage très doux.

Bios rare : *Echinocyamus*.

Coquilles brisées : quelques petits graviers.

Quelques Nummulites usées, petits fragments perforés de calcaire jaunâtre à Nummulites, quelques graviers de silex.

Station 2.018. — 27 juin, 17 h. 30, 48° 16' N., 5° 9' W. G., au sud d'Ouessant, à 98 m. de profondeur (sondeur).

Drague géologique (modèle 1924).

Hydrozoaires arborescents.

Coquilles brisées : débris de Bryozoaires très abondants, Foraminifères très nombreux.

Sédiments actuels.

Station 2.019. — 27 juin, 48° 16' 30" N., 4° 57' W. G., au sud des Pierres-Noires, à 60 m. environ de profondeur (carte).

Drague géologique (modèle 1924) : coup de drague donné sans succès.

Station 2.020. — 30 juin, 21 h., dans la rade de Brest, à 20 m. environ de profondeur (carte).

Grande drague à huîtres : on effectue plusieurs traînages.

Algues calcaires, Balanes.

Pierres nombreuses et variées couvertes de bios.

Gneiss, schiste, calcaire crinoïdique.

Station 2.021. — 30 juin, 9 h., 48° 32' N., 4° 53' W. G., sur le banc du Four, à 40 m. environ de profondeur (carte).

Drague géologique.

Pas de bios.

Coquilles brisées : sédiment blanc à éléments bien triés, très petites coquilles entières, Foraminifères très abondants.

Sédiments actuels.

Station 2.022. — 1er juillet, 19 h., 48° 31' N., 5° 34' W. G., au large d'Ouessant, à 112 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Bios rare : Bryozoaires arrondis.

Coquilles brisées : débris de Bryozoaires, coquilles entières très nombreuses *(Chlamys opercularis)*, Foraminifères assez abondants, quelques petits graviers.

Petits graviers de silex.

Sédiments actuels.

Station 2.023. — 2 juillet, 6 h. 45, 48° 33' N., 7° 44' W. G., à l'ouest du banc Shamrock, à 135 m. de profondeur (sondeur).

Drague géologique (modèle 1924) : 1er coup de drague, chocs sur le fond, on ne ramène rien, la drague a dû se renverser ; 2e coup de drague, chocs sur le fond, la drague revient pleine.

Bios rare.

Sable coquillier, graviers : graviers de roches primaires et graviers de silex ; beaucoup de graviers sont patinés ; Foraminifères abondants, Globigérines, glauconie abondante, coquilles entières nombreuses *(Chlamys opercularis)*.

Sédiments actuels épais.

Station 2.023.*bis*. — 2 juillet, à l'ouest du banc Shamrock, à 140 m. de profondeur (sondeur).

Drague géologique (modèle 1924).

Bryozoaires arborescents.

Sable coquillier, graviers : quelques petites pierres, beaucoup de graviers sont patinés, Foraminifères nombreux, en particulier des Globigérines, glauconie abondante.

Silex nombreux, roches primaires, un échantillon de calcaire jaunâtre.

Sédiments actuels épais.

Station 2.024. — 2 juillet, 10 h., 48° 39' N., 7° 42' W. G., à l'ouest du banc Shamrock, à 160 m. de profondeur (sondeur Warluzel).

Drague géologique (modèle 1924).

Eponges, Polypiers.

Sable coquillier, quelques pierres : quelques débris coquilliers sont patinés, Foraminifères nombreux, Globigérines assez abondantes, glauconie relativement abondante.

Silex nombreux, deux échantillons de calcaire marneux gris perforé, un échantillon de calcaire glauconieux (sans doute éocène), quelques roches primaires.

Station 2.025. — 2 juillet, 48° 33' N., 7° 22' W. G., au voisinage du banc Shamrock, à 150 m. de profondeur (sondeur Warluzel).

Drague géologique (modèle 1924) : traînage rude.

Oursins, Polypiers.

Sable coquillier, pierres : pierres nombreuses couvertes d'animaux, débris de Bryozoaires, Foraminifères nombreux, quelques Globigérines, glauconie peu abondante.

Silex peu nombreux, roches primaires très nombreuses, grès rouge, arkose grossière, roches cristallines très variées.

Quaternaire : blocs de roches primaires.

Station 2.026. — 2 juillet, 48° 31' N., 7° 21' W. G., sur le banc Shamrock, à 130 m. de profondeur (sondeur Warluzel).

Drague géologique.

Polypiers.

Sable coquillier, quelques pierres : petites pierres (silex), coquilles entières nombreuses *(Chlamys opercularis)*, débris de Bryozoaires, Foraminifères très nombreux, quelques Globigérines, glauconie relativement abondante ; quelques débris de coquilles sont patinés.

Silex nombreux riches en opale.

Station 2.027. — 2 juillet, 49° 4' N., 6° 58' W. G., au nord du banc Shamrock, à 135 m. de profondeur (sondeur Warluzel).

Drague géologique (modèle 1924).

Dentales.

Sable coquillier : coquilles entières très nombreuses *(Chlamys opercularis)*, débris de Bryozoaires, Foraminifères assez abondants, peu de Globigérines, grains de glauconie très nombreux.

Nummulites assez nombreuses : échantillons roulés et usés montrant parfois de la glauconie dans les loges, petits fragments de calcaire glauconieux et gréseux, quelques petits silex.

Eocène : Nummulites.

Station 2.027 *bis*. — 2 juillet, 49° 4' N., 6° 59' W. G., au nord du banc Shamrock.

Drague géologique (modèle 1924).

Sable coquillier : nombreuses coquilles entières *(Chlamys opercularis)*.

Nummulites assez nombreuses : échantillons roulés et usés, deux petits fragments de calcaire glauconieux et gréseux.

Eocène : Nummulites.

Station 2.028. — 3 juillet, 7 h., 49° 14' N., 5° 9' W. G., à l'entrée de la Manche occidentale, à 102 m. de profondeur (sondeur Warluzel).

Drague géologique (modèle 1924) : chocs très violents sur le fond.

Bios rare.

Sable coquillier, graviers, pierres : pierres de toute taille couvertes de Polypiers, d'Hydrozoaires, Foraminifères nombreux.

Petits silex blanchâtres nombreux, roches primaires nombreuses et variées.

Quaternaire : blocaux.

Station 2.029. — 3 juillet, 18 h., 49° 29' N., 3° 57' W. G., à l'extrémité occidentale de la Fosse centrale, à 90 m. de profondeur (sondeur Warluzel).

Drague géologique : chocs violents sur le fond, on fait machine arrière pour dégager la drague.

Bios rare.

Gros graviers, pierres : pierres de toute taille couvertes d'animaux, coquilles entières nombreuses (*Chlamys opercularis*, tubes de Vers nombreux).

Silex irréguliers très nombreux, calcaire bleuâtre dur, grès feldspathique et roches cristallines diverses.

Station 2.030. — 3 juillet, 23 h., 49° 14' N., 2° 43' W. G., au sud de Guernesey, à 55 m. environ de profondeur (carte).

Drague géologique (modèle 1924) : traînage rude.

Hydrozoaires.

Pierres : pierres de toute taille anguleuses ou roulées couvertes d'animaux, quelques Algues calcaires.

Quelques plaquettes de calcaire éocène fossilifère (Milioles) perforées par des Cliones et des Saxicaves, roches primaires nombreuses et variées.

Eocène : calcaire à Milioles.

Station 2.031. — 7 juillet, 8 h., 49° 13' N., 1° 51' W. G., à l'est de Jersey, à 24 m. de profondeur (petit sondeur Lucas).

Drague géologique : opérations rendues difficiles par le courant et le mauvais temps.

Algues calcaires, Balanes.

Sable grossier coquillier, graviers, petites pierres : pierres couvertes d'Algues calcaires, Foraminifères peu nombreux.

Nombreux petits fragments « pourris » de calcaire à Milioles, graviers de roches primaires.

Station 2.032. — 8 juillet, 49° 13' N., 1° 51' W. G., à l'est de Jersey, à 22 m. de profondeur (petit sondeur Lucas).

Drague géologique (modèle 1924) : chocs violents.

Eponges, Hermelles.

Sable coquillier, graviers, pierres : coquilles entières nombreuses (*Tapes*, *Mactra*), pierres nombreuses couvertes de bios, Foraminifères actuels et fossiles.

Un gros bloc de calcaire à Milioles, Alvéolines, moules de Lamellibranches, petits galets de calcaire éocène, quelques roches primaires.

Eocène : calcaire.

Station 2.033. — 8 juillet, 7 h., 49° 14' N., 1° 51' W. G., à l'est de Jersey, à 22 m. environ de profondeur (carte).

Drague géologique : traînage rude.

Hermelles, Balanes.

Pierres : pierres couvertes de bios, débris d'Hermelles très nombreux.

Roches primaires très nombreuses et volumineuses, un bloc pesant 5 kg. 200.

Quaternaire : blocs de roches primaires.

Station 2.034. — 8 juillet, 10 h., 49° 13' 30'' N., 1° 53' W. G., à l'est de Jersey, à 22 m. environ de profondeur (carte).

Drague géologique.

Algues calcaires.

Graviers coquilliers : pas de pierres, Algues calcaires abondantes.

Graviers de calcaire éocène assez nombreux.

Station 2.035. — 8 juillet, 49° 13' N., 1° 56' W. G., à l'est de Jersey, à 20 m. environ de profondeur (carte).

Drague géologique.

Hermelles, Algues calcaires.

Graviers coquilliers, pierres : pierres diverses couvertes de bios, formes plutôt roulées.

Roches primaires nombreuses de nature variée.

Station 2.036. — 8 juillet, 13 h., 49° 20' N., 2° 9' W. G., au nord des Pierres de Leck, à 31 m. de profondeur (petit sondeur Lucas).

Drague géologique.

Flustres, Ascidies composées.

Pierres : pierres pourries et blocs couverts de bios.

Nombreuses plaquettes de calcaire éocène à Milioles.

Eocène : calcaire.

Station 2.037. — 8 juillet, 15 h., 49° 29' N., 2° 8' W. G., à l'est de Serck, à 37 m. de profondeur (petit sondeur Lucas).

Drague géologique (modèle 1924) : chocs violents.

Modioles, Hermelles.

Graviers, pierres : peut-être une tête de roche, pierres nombreuses couvertes de bios.

Une demi-douzaine de petits silex à auréole blanche, calcaire dévonien à *Spirifer*, grès et quartzites nombreux, autres roches primaires.

Station 2.038. — 8 juillet, 18 h. 30, 49° 47' N., 1° 47' W. G., au nord de Cherbourg, à 60 m. environ de profondeur (carte).

Drague géologique.

Modioles, Hermelles, Balanes.

Pierres : pierres couvertes de bios.

Quelques fragments de calcaire liasique gris dur, roches primaires nombreuses et variées.

Station 2.039. — 8 juillet, 19 h., 49° 48' N., 1° 43' W. G., au nord de Cherbourg, à 60 m. environ de profondeur (carte).

Drague géologique.

Bios rare.

Pierres : pierres variées à surface lisse, quelques Bryozoaires et tubes de Vers logés dans les cavités des pierres.

Silex nombreux, biscornus, quelques-uns montrent des marques de choc, un échantillon de poudingue à galets de grès, quelques plaquettes de calcaire gris dur (liasique), roches primaires.

MANCHE

1927 (Carte V, p. 28)

Station 2.101. — 29 juin, 15 h. 30, 50° 23' N., 0° 20' E. G., au sud de Beachy Head, à 46 m. de profondeur (carte).

Petite drague géologique (modèle 1925) : le câble vibre fortement, mais on ne sent pas la drague sur le fond.

Ophiures, Balanes, Hydrozoaires, Algues calcaires encroûtantes, *Pectunculus*, *Tapes*.

Graviers sableux coquilliers, quelques pierres : graviers de silex.

Silex rongés, quelques Nummulites (*N. lævigatus* Lmk. A et B).

Station 2.102. — 30 juin, 8 h., 50° 48' N., 1° 24' E. G., au nord-ouest de Boulogne, à 48 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique : chocs nombreux.

Ophiures, Flustres, Molgules, *Solaster*, *Trochus*, *Tapes*.

Roche pourrie, pierres, graviers coquilliers : très peu de sable.

Nombreuses plaquettes de calcaire perforé (Jurassique ?), très nombreux silex irréguliers, roches primaires.

Jurassique : calcaire ; *Crétacé* : silex irréguliers.

Station 2.103. — 30 juin, 15 h., 50° 49' N., 1° 26' E. G., au nord-ouest de Boulogne, à 57 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : chocs violents.

Flustres, Ophiures, Bryozoaires arrondis, *Tapes*, *Chlamys*.

Roche pourrie, quelques pierres, graviers sableux.

Calcaire, grès ferrugineux, silex.

MÉDITERRANÉE

1923 (Carte XVI, p. 256)

Station 301. — 11 mai, 14 h., 36° 39' N., 2° 52' W. G., au large d'Almeira, à 60 m. de profondeur.

Dragage géologique : travail doux.

Algues calcaires, Oursins.

Vase coquillière un peu sableuse : Algues calcaires entières ou en débris, Foraminifères nombreux, la présence de petits Polypiers semble indiquer le voisinage de roches.

Station 302. — 11 mai, 22 h., 36° 48' N., 1° 58' W. G., près du cap de Gate, à 100 m. de profondeur (sonde).

Dragage géologique : deux coups de drague, 1° la drague après avoir donné quelques chocs revient vide ; 2° travail doux, quelques chocs, la drague revient pleine jusqu'à l'ouverture.

Bios rare.

Vase : petits Polypiers sur des coquilles, Globigérines relativement abondantes.

Station 303. — 12 mai, 9 h., 37° 29' N., 0° 58' W. G., au sud de Carthagène, à 120 m. de profondeur (sonde).

Dragage géologique : deux dragages : 1° rien dans la drague ; 2° travail presque insensible.

Bios rare.

Vase : la vase est très homogène, après tamisage on recueille quelques coquilles.

Station 304. — 11 mai, 4 h., 38° 2' N., 0° 26' W. G., au sud d'Alicante, à 77 m. de profondeur (carte).

Dragage géologique : traînage doux.

Ophiures, Vers.

Vase sableuse : quelques petits cailloux de quartz arrondis, nombreux exemplaires de *Turritella triplicata*, coquilles entières nombreuses *(Arca diluvii, Ostrea, Natica, Calyptræa)*.

Station 305. — 14 mai, 8 h., 38° 17' N., 1° 8' E. G., au sud d'Ibiza (Baléares), à 65 m. de profondeur (sonde Léger).

Dragage géologique : travail rude.

Comatules, Oursins, Polypiers.

Algues calcaires : les Algues calcaires sont en croûtes et surtout en boules (« fond de prâlines » des marins), beaucoup de coquilles sont couvertes d'Algues calcaires, coquilles entières *(Turritella Nucula nucleus, Fissurella)*.

Station 306. — 14 mai, 38° 33' N., 1° 15' E. G., au sud de Formentera (Baléares), à 65 m. de profondeur (sondeur Léger).

Dragage géologique : travail rude.

Etoiles, Oursins, Eponges, Turritelles.

Algues calcaires : les Algues calcaires sont en croûtes ou en boules, elles doivent former sur le fond de véritables petits récifs à croissance rapide qui servent de support à des Algues filamenteuses et à des animaux fixés (Éponges, Polypiers), le fond a ainsi l'apparence de roche ; coquilles entières *(Chlamys, Nucula)*.

Station 307. — 14 mai, 38° 42' N., 1° 36' E. G., près de Formentera (Baléares), à 212 m. de profondeur (sondeur Léger).

Drague géologique : quelques chocs, travail plutôt doux.

Echinocardium, Isis.

La drague ne ramène que quelques animaux, elle a mal fonctionné ou a touché un fond de roche.

Station 308. — 14 mai, 38° 42' N., 1° 33' E. G., près de Formentera (Baléares), à 90 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : travail doux, quelques petits chocs.

Algues calcaires.

Vase coquillière : coquilles vides entières nombreuses, quelques-unes portant des squelettes de Polypiers, Foraminifères relativement nombreux (Globigérines).

Station 309. — 14 mai, 16 h. 30, 38° 55' N., 1° 36' E. G., près d'Ibiza (Baléares), à 70 m. de profondeur (sondeur Léger).

Drague géologique : travail assez rude.

Algues variées, Oursins, Eponges.

Algues calcaires en croûtes, en boules ou ramifiées : coquilles rares généralement couvertes d'Algues calcaires (*Trochus, Turritella*).

Station 310. — 14 mai, 18 h. 30, 39° 2' N., 1° 41' E. G., au nord d'Ibiza (Baléares), à 90 m. de profondeur (sondeur Léger).

Drague géologique : deux dragages : 1° la drague est vide ; 2° la drague s'accroche durement et déroule le câble, puis travail doux.

Oursins, Algues.

Roche, coquilles et Algues calcaires : il existe peut-être une tête de roche sous-marine ; Globigérines relativement abondantes, quelques débris rocheux noirs, coquilles entières (*Turritella, Pecten, Lima, Cerithium*).

Station 311. — 15 mai, 6 h., 39° 13' N., 3° 7' E. G., près de Majorque (Baléares), à 65 m. de profondeur (sondeur Léger).

Drague géologique : deux coups de drague sans résultats.

Le sondeur Léger a ramené de la vase.

Station 312. — 15 mai, 9 h. 30, 39° 26' N., 3° 20' E. G., près de Majorque (Baléares), à 52 m. de profondeur (sondeur Buchanan).

Sondeur Buchanan : résultat négatif ; sondeur Léger : quelques coquilles brisées ; petite drague Thoulet : coquilles brisées.

Station 313. — 15 mai, 15 h. 30, 39° 54' N., 3° 30' E. G., entre Majorque et Minorque (Baléares), à 97 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : travail très rude, chocs très violents.

Polypiers.

Roche, vase coquillière : il existe, sans doute, des affleurements rocheux ; pas de croûtes d'Algues calcaires suffisantes pour expliquer les chocs ; coquilles nombreuses (*Chenopus, Cardium erinaceum, Arca tetragona, Chama*), Foraminifères et spicules d'Eponges nombreux.

Station 314. — 15 mai, 17 h., 39° 58' N., 3° 28' E. G., entre Majorque et Minorque (Baléares), à 144 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Bios inexistant.

Vase molle ; débris coquilliers très fins, beaucoup de Globigérines.

Station 315. — 15 mai, 19 h., 40° 1' N., 3° 40' E. G., près de Minorque (Baléares), à 78 m. de profondeur (carte).

Drague géologique et drague ronde.

Sable vaseux ; quelques boules d'Algues calcaires mortes, quelques coquilles entières *(Cardium, Pecten, Triton)*.

Station 317. — 19 mai, 13 h., 43° 10' N., 5° 30' E. G., au sud de Cassis, à 95-100 m. de profondeur (carte).

Drague géologique et drague ronde.

Dentalium, Polypiers.

Vase sableuse coquillière : quelques petits cailloux de nature variée, débris organiques dominants, fragments de Bryozoaires, d'Algues calcaires, Foraminifères, coquilles entières *(Cardium, Turritella)*.

Station 318. — 19 mai, 14 h., 43° 8' N., 5° 32' E. G., près de Cassidaigne, à 40 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : travail très rude, le câble se déroule brusquement, on dégage la drague et on la ramène sans avarie.

Coquilles brisées, croûtes d'Algues calcaires, roche : il y a, sans doute, par places des têtes de roche, Algues calcaires en croûtes ou ramifiées, coquilles brisées dominantes, Foraminifères nombreux, beaucoup de coquilles entières *(Pectunculus, Arca lactea, Chlamys varia, Modiola adriatica, Cardium papillosum, Triforis perversus, Bittium paludosum, Turritella communis, Natica Alderi)*.

Station 319. — 19 mai, 14 h. 30, 43° 9' N., 5° 33' E. G., près de Cassidaigne, à 79-80 m. de profondeur.

Drague géologique : travail doux.

Algues variées, Ascidies, Pennatules.

Coquilles brisées et Algues calcaires : Algues calcaires branchues ou encroûtantes, Foraminifères nombreux.

Station 320. — 19 mai, 43° 8' N., 5° 32' E. G., près de Cassidaigne, à 50-60 m. de profondeur.

Drague géologique : travail doux, quelques chocs.

Gorgones, Pennatules.

Croûtes d'Algues calcaires : croûtes très développées servant de support à des Algues filamenteuses, quelques petits graviers de calcaire, Gastéropodes nombreux *(Trochus, Bittium, Emarginula, Euthria)*.

Station 321. — 19 mai, 16 h. 15, 42° 59' N., 5° 34' E. G., près du banc des Blanquières, à 160-170 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : travail doux.

Algues variées.

Vase coquillière un peu sableuse : un peu de maerl mort, nombreuses coquilles de Terebratules, Ptéropodes.

Station 322. — 20 mai, 11 h. 30, 43° 2' N., 5° 51' E. G., près du cap Sicié, à 50-60 m. de profondeur.

Drague géologique : travail doux, quelques petits chocs.

Algues, Ophiures, Spatangues.

Débris coquilliers un peu vaseux : maerl assez abondant, Foraminifères nombreux, coquilles entières *(Capulus, Turritella, Arca, Calyptræa, Columbella)*.

Station 324. — 25 mai, 10 h., 43° 3' N., 6° 16' E. G., au large d'Hyères, à 40-45 m. de profondeur (carte).

Drague à huîtres : petits chocs réguliers.

Algues variées, Eponges, Etoiles, Holoturies, Ascidies.

Les sédiments sont tamisés à travers les mailles de la drague ; quelques petits galets, Algues calcaires nombreuses en forme de croûtes ou ramifiées, coquilles nombreuses *(Nucula nucleus, Chenopus, Murex, Scaphander)*.

Galets de quartz, grès, schiste métamorphique (?) à surface plus ou moins couverte d'Algues calcaires, de Vermets.

Station 325. — 25 mai, 10 h. 30, 43° 4' N., 6° 20' E. G., au large d'Hyères, à 30-35 m. de profondeur.

Drague géologique et drague ronde : 1° travail très irrégulier, sauts brusques sur le fond ; 2° chocs violents irréguliers.

Herbier vaseux : herbier de Posidonies résistant à la pénétration de la drague, Algues calcaires vivantes ou mortes, trois petites pierres schisteuses, les rhizomes de Posidonies retiennent un falun très riche à débris de coquilles, de tubes de Serpules et d'Algues calcaires.

Petits échantillons de schiste dur.

Station 326. — 25 mai, 14 h. 30, 43° 16' N., 6° 47' E. G., au large du cap de Saint-Tropez, à 120 m. de profondeur (sondeur Léger).

Drague ronde : travail doux, quelques chocs.

Débris coquilliers vaseux : débris de Bryozoaires très abondants, de Crustacés, Foraminifères, Ptéropodes, coquilles entières *(Pectunculus, Bittium)*.

Station 327. — 28 mai, 14 h., 43° 46' N., 7° 31' E. G., au large de Menton, à 30-40 m. de profondeur (carte).

Drague à huîtres : on sent quelques chocs brusques au début de l'opération, puis plus rien.

Bios rare.

Roche, vase gluante : il peut y avoir des têtes de roche dépassant la vase, la vase est tellement collante que la drague à mailles largement ouvertes réussit à en ramener une grande quantité, vase très homogène, quelques coquilles de Turritelles.

Station 328. — 29 mai, 6 h., 43° 3' N., 9° 42' E. G., près de Capraïa, à 120 m. de profondeur (sondeur Léger).

Le sondeur Léger ramène du sable coquillier ; drague géologique : travail irrégulier, quelques chocs.

Comatules, *Dorocidaris*.

Débris coquilliers, roche : coquilles brisées, fragments de Bryozoaires, de Crustacés, de tubes de Serpules, Foraminifères nombreux, débris minéraux rares, coquilles entières *(Pectunculus, Chama, Avicula)*.

Station 330. — 30 mai, 1 h., 42° 21' N., 10° 6' E. G., à l'est de la Fourmi de Monte Christo, à 25 m. de profondeur (petit sondeur Lucas).

Drague géologique : travail rude et irrégulier.

Oursins, Ascidies.

Herbier : herbier de Posidonies et nombreuses Algues calcaires en croûtes ou ramifiées, petits Gastéropodes nombreux *(Phasianella tenuis, Columbella scripta.)*

Station 336. — 31 mai, 24 h., 37° 36' 30" N., 10° 17' 30" E. G., au large de Bizerte, à 60 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : travail régulier, petits chocs.

Ophiures, Bryozoaires arborescents, Alcyons.

Sable coquillier : petites Algues calcaires ramifiées nombreuses ou encroûtant des coquilles, débris de minéraux relativement nombreux (calcaire, quartz), coquilles entières *(Arca, Pectunculus)*.

Station 337. — 4 juin, 13 h. 30, 36° 53' N., 10° 29' E. G., golfe de Tunis, à 45 m. de profondeur (petit sondeur Lucas).

Drague géologique : travail doux, quelques chocs.

Bios rare.

Vase molle : le sédiment séché ressemble à une marne homogène ; coquilles rares, les chocs ressentis sont peut-être dus à des affleurements rocheux.

Station 339. — 4 juin, 19 h. 30, 37° 7' N., 11° 6' E. G., au large du cap Bon, à 90 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique : travail rude, la drague s'accroche brusquement ; on fait machine arrière pour la dégager.

Hydrozoaires arborescents.

Roche, débris coquilliers : il existe évidemment des têtes de roches sous-marines, débris organiques, pas de débris minéraux visibles, coquilles brisées, fragments de Bryozoaires très nombreux, d'Oursins, Foraminifères.

Station 343. — 6 juin, 10 h., 35° 50' N., 12° 50' E. G., à Linosa, à 30 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Sable volcanique, herbier : herbier de Posidonies établi sur du sable à grains roulés de ponces et de scories et à maerl.

Station 344. — 6 juin, 17 h., 35° 29' N., 12° 33' E. G., près de Lampedusa, à 35-40 m. de profondeur (carte).

Drague à huîtres.

Eponges, Ascidies.

Débris coquilliers : Algues calcaires nombreuses, Foraminifères très nombreux, fond riche en Algues filamenteuses, coquilles entières *(Turritella, Astarte)*.

Station 346. — 6 juin, 19 h., 35° 24' N., 12° 30' E. G., au sud-ouest de Lampedusa.

Chalut traîné pendant une heure.

Nature des sédiments mal connue : Algues calcaires, Etoiles, Oursins *(Dorocidaris)*, Eponges, coquilles entières *(Morio echinophora, Pectunculus pilosus, Chenopus pes pelicani, Arca diluvii)*.

Station 347. — 7 juin, 8 h., 34° 8' N., 11° 46' E. G., au large du golfe de Gabès, à 50-60 m. de profondeur (carte).

Drague ronde, chalut traîné pendant une heure.

Vase : vase fine, homogène, très calcaire, paraissant surtout formée de débris calcaires impalpables, peu de coquilles dans la drague ronde, le chalut ramène une grande quantité d'animaux : Eponges, Ascidies, *Squilla mantis*, *Dromia*, *Maïa*, *Retepora*, coquilles entières *(Chenopus, Cardium paucicostatum, Spondylus)*.

Station 348. — 7 juin, 15 h., 33° 42' N., 11° 28' E. G., au large de Djerba, à 48 m. de profondeur (petit sondeur Lucas).

Drague ronde : travail doux, régulier, petit chalut traîné pendant une heure.

Vase calcaire : Algues et coquilles ; le chalut ramène surtout des *Codium*, Eponges, Holothuries, coquilles entières (grappes d'*Arca Nöe*, *Pinna*, *Chenopus*, *Arca diluvii*).

Station 349. — 8 juin, 33° 50' 30" N., 10° 32' E. G., à l'ouest de Djerba, à 22 m. de profondeur (petit sondeur Lucas).

Chalut-drague de Monaco.

Herbier vaseux : Posidonies et Algues vertes, un peu de maerl (mort en grande partie), nombreux exemplaires vivants d'*Avicula hirundo* (Pintadine), autres coquilles (*Chama*, *Arca*, *Modiola*).

Station 350. — 8 juin, 12 h., au mouillage de Gabès, à 9 m. de profondeur (sonde à main).

Drague géologique : travail doux.

Posidonies, Holothuries.

Herbier vaseux : coquilles (*Chlamys*, *Conus*, *Arca*).

Station 351. — 8 juin, 15 h., 34° 4' N., 10° 20' E. G., au milieu du golfe de Gabès, à 22 m. de profondeur (petit sondeur Lucas).

Drague ronde : petits chocs réguliers.

Posidonies.

Herbier vaseux à Algues calcaires.

Station 352. — 8 juin, 17 h., 34° 10' N., 10° 26' E., dans le golfe de Gabès, à 22 m. de profondeur (petit sondeur Lucas).

1° Drague ronde, 2° Chalut, 3° Drague ronde. Le premier coup de drague a ramené beaucoup de vase et peu de Posidonies et d'Algues calcaires ; le deuxième coup de drague a ramené beaucoup de Posidonies, le chalut a traîné à la surface de l'herbier.

Fond d'herbier, plus ou moins fourni ou clairsemé, Holothuries, Oursins, Etoiles, coquilles entières (*Avicula hirundo*, *Arca Nöe*, *Cerithium vulgatum*).

Station 353. — 12 juin, 5 h., 34° 44' N., 11° 49' E. G., à l'est des Kerkennah, à 27 m de profondeur (petit sondeur Lucas).

Chalut : le chalut est traîné pendant une heure.

Herbier abondant : Algues calcaires, Gorgones, Holothuries, Oursins, Eponges, coquilles (*Spondylus*, *Pinna*, *Cerithium*, *Chama*).

Station 354. — 12 juin, 9 h., 35° 4' N., 11° 57' E. G., à l'est des Kerkennah, à 40-45 m. de profondeur.

Drague à huîtres : la drague est traînée pendant 10 minutes.

Herbier clairsemé : fond consistant de coquilles brisées et débris de maerl, *Codium* abondant, Oursins, Etoiles, Eponges, coquilles brisées, fragments d'Oursins, de Bryozoaires, Foraminifères nombreux, coquilles entières (*Arca Nöe*, *Cytherea Chione*, *Spondylus*).

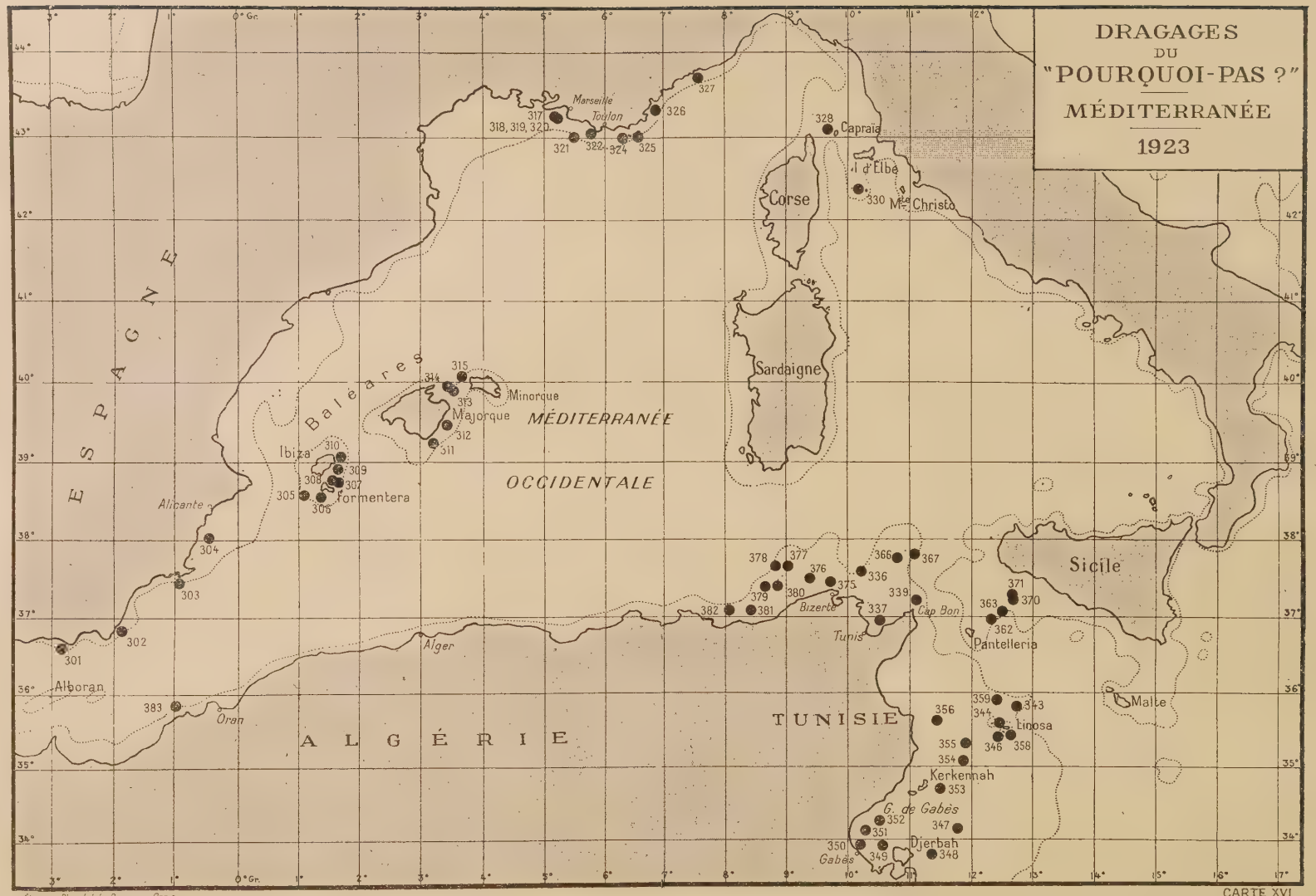
Station 355. — 12 juin, 10 h., 35° 12' N., 11° 58' E. G., entre les Kerkennah et Lampedusa, à 46 m. de profondeur (petit sondeur Lucas).

Petit chalut : le chalut est traîné pendant une heure.

Le chalut ramène quelques Algues (*Codium*), des Eponges diverses, des *Phallusia*, Etoiles, Oursins, Comatules, Gorgones, coquilles entières (*Murex trunculus*, *Pecten Jacobæus*, *Avicula hirundo*, *Morio echinophora*, *Conus mediterraneus*, *Pinna*, *Spondylus*, *Arca*).

Station 356. — 12 juin, 16 h., 35° 34' N., 11° 36' E. G., au sud-ouest de Kuriat, à 76 m. de profondeur (petit sondeur Lucas).

Drague ronde et chalut.


DRAGAGES
DU
"POURQUOI-PAS ?"
MÉDITERRANÉE
1923
ESPAGNE
Baléares
Minorque
Majorque
Ibiza
Formentera
MÉDITERRANÉE
OCCIDENTALE
Alicante
Alboran
Oran
Alger
Bizerte
Tunis
Cap Bon
Corse
Sardaigne
Capraia
I. d'Elbe
M. Christo
Marseille
Toulon
Sicile
Pantelleria
Malte
Linosa
TUNISIE
ALGÉRIE
Kerkennah
G. de Gabès
Djerbah
Gabès
CARTE XVI

La drague ronde a mal travaillé ; elle ne ramène que quelques Posidonies, des coquilles brisées avec *Echinocyamus*, *Dentalium* et piquants d'Oursins ; le chalut au contraire a bien traîné parce que le fond est ferme : il ramène surtout des Oursins *(Dorocidaris)* et des Eponges.

Station 358. — 20 juin, 15 h., dans le port de Lampedusa, à 10-12 m. de profondeur (sonde à main).

Drague ronde traînée par la vedette.

Herbier de Posidonies : Holothuries, Ascidies, Algues calcaires, quelques coquilles *(Conus mediterraneus, Natica millepunctata)*.

Station 359. — 21 juin, 12 h., 35° 53' N., 12° 27' E. G., au nord de Lampedusa, à 140 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique : chocs réguliers.

Sable calcaire : débris coquilliers dominants, Foraminifères nombreux (Globigérines), débris d'Algues calcaires, spicules d'Eponges, *Dorocidaris* très nombreux.

Station 362. — 24 juin, 9 h., 36° 57' N., 12° 22' E. G., au nord-est de Pantelleria, à 128 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique : quelques chocs.

Dorocidaris.

Vase sableuse : assez nombreux cristaux de roche volcanique à facettes bien conservées quelques Algues calcaires, coquilles entières peu nombreuses *(Venus, Turritella, Nassa)*.

Station 363. — 24 juin, 12 h., 37° 3' N., 12° 33' E. G., à 10 milles au sud-ouest de Graham, à 110 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique.

Roche ? la drague ne ramène que des Comatules et des Oursins *(Dorocidaris)* ; a-t-elle râclé une surface rocheuse ?

Station 366. — 25 juin, 13 h., 37° 46' N., 10° 47' E. G., sur le banc des Esquerquis, à 57 m. de profondeur (Warluzel), à 55 m. de profondeur (petit sondeur Lucas).

Drague géologique : travail très rude, la drague s'accroche violemment ; le câble se déroule ; on fait machine arrière ; une branche de la drague est faussée.

Roche : plateau rocheux à surface inégale, fond très riche en Algues (Corallines, Laminaires, Sargasses), croûtes d'Algues calcaires, tubes de Vers, Bryozoaires.

Posidonies abondants.

Station 366 *bis*. — Sur le banc des Esquerquis, à 30 m. de profondeur (sonde).

1° Drague géologique : la drague travaille assez doucement ; 2° Drague de Monaco : la drague travaille très durement et revient avec un montant cassé.

Roche : la roche est couverte d'un manteau d'Algues (Laminaires, Corallines), maerl abondant, bios très abondant, Eponges, Polypiers, Gorgones.

Marne schisteuse éocène en fragments nombreux, souvent recouverts d'Algues.

Eocène : marne.

Station 367. — 25 juin, 16 h., 37° 45' N., 11° 9' E. G., sur le banc des Esquerquis (écueil Keith).

Récif étudié en embarcation : grandes dalles calcaires fissurées, couvertes d'Algues, souvent parsemées d'*Arbacia* logés dans des alvéoles (10 par mètre carré), une tête de roche à 0 m. 30 couverte d'un épais chevelu d'Algues, on ramène avec la drague ronde des fragments de calcaire perforé par des Cliones.

Station 370. — 26 juin, 10 h. 30, sur le banc Terrible, à 66 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique : travail rude, la drague s'accroche brusquement ; on fait machine arrière pour la dégager.

Roche, croûtes d'Algues calcaires : fond récifal à Algues (Laminaires), Bryozoaires arborescents, Gorgones, Etoiles.

Station 371. — 26 juin, 15 h., sur le banc Graham, à 80 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique : travail doux.

Dorocidaris.

Vase coquillière, maerl; la drague paraît avoir travaillé sur deux fonds différents; petites boules et branches d'Algues calcaires, débris coquilliers de Bryozoaires, Foraminifères nombreux (Globigérines), très petits débris schisteux noirâtres tendres qui doivent provenir d'un affleurement voisin.

Station 375. — 2 juillet, 13 h. 30, 37° 21' N., 9° 46' E. G., au large du raz Enghela, à 33 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : travail rude, la tôle qui protège le sac de la drague a été coupée sur le fond.

Posidonies, Ascidies.

Herbier sableux : herbier de Posidonies sur fond consistant de sable à Algues calcaires en forme de boules ; bios abondant et varié, les boules d'Algues calcaires sont perforées par des Lithodomes, coquilles entières *(Venus, Spondylus, Arca)*, Foraminifères et spicules d'Eponges nombreux.

Station 376. — 2 juillet, 17 h., 37° 26' N., 9° 22' E. G., sur le banc sud-est de la Galite, à 125 m. de profondeur (petit sondeur Lucas).

Drague géologique : travail doux.

Nature du fond inconnue, la drague ne ramène que trois *Dorocidaris* et une Avicule ; elle a mal travaillé.

Station 377. — 3 juillet, 14 h., 37° 36' N., 9° 2' E. G., au nord des Galitons, à 68 m. de profondeur (sonde).

Petit chalut traîné pendant une heure.

Nature du fond impossible à préciser ; bios abondant, Algues variées, Laminaires, boules d'Algues calcaires, Éponges, Ascidies, Bryozoaires arborescents, Oursins, grappes très nombreuses d'*Avicula hirundo* et d'*Arca Nôe* (souvent fixées sur les Éponges), autres coquilles entières *(Pecten, Trochus, Lima)*.

Station 378. — 4 juillet, 9 h. 45, 37° 38' N., 8° 58' E. G., au nord de la Galite, à 64 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique : chocs réguliers.

Algues calcaires en boules et coquilles brisées : débris de Bryozoaires abondants, de piquants d'Oursins, Foraminifères, coquilles entières *(Avicula, Pectunculus, Morio, Turritella, Natica)*.

Station 379. — 4 juillet, 14 h. 30, 37° 23' N., 8° 36' E. G., sur le banc des Sorelles, à 500 m. environ dans le sud-ouest de la bouée, à 76 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique.

Algues calcaires en boules : boules perforées par des Cliones, habitées par des Vers, Algues vertes et Éponges nombreuses, coquilles *(Turritella)*.

Station 380. — 4 juillet, 17 h. 30, 37° 28' N., 8° 48' E. G., au sud de la Galite, à 73 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique : petits chocs réguliers.

Algues calcaires en boules ; autres Algues nombreuses (Laminaires), (*Pectunculus*, *Lima*, *Arca*, *Cardium*, *Turritella*, *Cypræa*).

Station 381. — 6 juillet, 5 h., 37° 8' N., 8° 32' E. G., au nord de Tabarca, sur le banc « Le Sec », à 50 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique : la drague s'accroche violemment ; on fait machine arrière pour la dégager.

Roche, Algues calcaires en boules : il paraît y avoir des affleurements rocheux couverts d'Algues calcaires en boules et d'autres Algues (Laminaires), Éponges nombreuses ; les boules d'Algues sont farcies de Vers ; très peu de coquilles.

Station 382. — 6 juillet, 16 h., 37° 3' N., 8° 3' E. G., au large du cap Rose, à 110 m. de profondeur (sondeur).

Drague géologique : travail très rude.

Débris de Bryozoaires et de Crustacés : il y a peut-être des affleurements rocheux, sédiments composés presque entièrement de fragments de Bryozoaires et de pinces de Crustacés, Foraminifères relativement nombreux (Globigérines).

Station 383. — 11 juillet, 14 h., 35° 45' N., 0° 55' W. G., près de l'île Plane (abords d'Oran), à 81 m. de profondeur (sondeur).

Drague géologique : travail doux.

Vase coquillière : coquilles entières nombreuses (*Arca diluvii*, *Astarte sulcata*, *Turritella*, *Nassa*), Globigérines nombreuses.

Station 384. — 13 juillet, 8 h., 35° 57' N., 3° 5' W. G., à l'ouest d'Alboran, à 113 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique : la drague a mal travaillé et ne ramène que quelques tubes de Vers et des débris de coquilles.

GOLFE DE GASCOGNE

1924

Ces échantillons ont été recueillis sur ma demande par M. Volmat, ingénieur hydrographe, à l'aide d'une drague géologique donnée par le commandant Charcot.

Station 1. — 45° 43' 7" N., 1° 19' 6" W. G., dans la passe Nord, à 10 m. de profondeur.
Sable très fin ; éléments bien roulés.

Station 2. — 45° 42' 42" N., 1° 18' 34" W. G., dans la passe nord, à 9 m. de profondeur.
Sable très fin.

Station 3. — 45° 42' 30" N., 1° 16' 28" W. G., au large de la Coubre, à 7 m. de profondeur.
Sable très fin, paillettes de mica abondantes.

Station 4. — 45° 41' 55" N., 1° 17' 42" W. G., dans la passe nord, à 9 m. de profondeur.
Sable fin, quelques coquilles de Moules entières ou brisées.

Station 5. — 45° 41' 42" N., 1° 18' 22" W. G., sur le banc de la Mauvaise, à 8 m. de profondeur.
Sable fin.

Station 6. — 45° 43' 59" N., 1°, 12' 32" W. G., Bonne Anse, à 2 m. 50 de profondeur.
Vase : sédiment un peu sableux, de couleur grise et fortement aggloméré à l'état sec.

Station 7. — 45° 40' 59" N., 1° 18' 12" W. G., dans la passe du Mâtelier, à 8 m. de profondeur.
Sable fin : éléments bien roulés.

Station 8. — 45° 39' 59" N., 1° 10' 32" W. G., dans le chenal de Saintonge, à 30 m. de profondeur.
Sable moyen, débris coquilliers assez abondants, petites pierres.

Station 9. — 45° 38' 54" N., 1° 11' 22" W. G., à Montrevel, à 6 m. de profondeur.
Sable fin.

Station 10. — 45° 36' 42" N., 1° 11' 32" W. G., aux abords du plateau de Cordouan, à 2 m. 40 de profondeur.
Petites pierres.
Calcaire éocène.

Station 11. — 45° 33' 20" N., 1° 8' 28" W. G., sur le banc du Gros Terrier, à 5 m. 40 de profondeur.
Sable fin : éléments bien roulés, quelques graviers, débris de coquilles de Moules.

Station 12. — 45° 31' 9" N., 1° 10' 27" W. G., sur le banc des Olives, à 5 m. de profondeur.
Petites pierres, un peu de sable fin.
Calcaire éocène.

Station 13. — 45° 35' 10" N., 1° 4' 23" W. G., sur le Plâtin de Grave, à 5 m. de profondeur.

Galets : échantillons bien roulés à surface lisse.

Station 14. — Sur le plateau de Cordouan découvrant à marée basse, au nord-est du phare.
Roche : gros bloc de calcaire perforé par des Mollusques lithophages.
Calcaire éocène à Milioles.

CROISIÈRE DU « POURQUOI-PAS ? »

1925 (Carte XVII, p. 263)

Station 1.046. — 9 septembre, 10 h. 30, 47° 45' N., 3° 54' W. G., au sud de Concarneau, à 30 m. de profondeur (carte).

Drague géologique (modèle 1925) : traînage doux.
Bios très pauvre : Dentales.
Vase : après tamisage on obtient quelques coquilles, échantillons vivants de Turritelles.
Pas d'échantillons géologiques.
Sédiments actuels épais.

Station 1.047. — 9 septembre, 11 h., 47° 43' N., 3° 47' W. G., près de la Basse Jaune, à 31 m. de profondeur (carte).

Drague géologique (modèle 1925) : traînage presque insensible, la drague revient absolument pleine.

Vase : après tamisage on n'obtient que très peu de coquilles, bios très rare (Vers).
Pas d'échantillons géologiques.
Sédiments actuels épais.

Station 1.048. — 9 septembre, 12 h., 47° 43' N., 3° 41' W. G., au large de la rivière de Pont-Aven, à 38 m. de profondeur (carte).

Drague géologique (modèle 1925) : traînage doux, quelques chocs.
Bios abondant sur les pierres.
Roche, pierres, vase coquillière, affleurement de micaschistes, pierres surtout schisteuses, de forme anguleuse, couvertes d'Algues calcaires, de Balanes, coquilles vides entières nombreuses *(Pecten, Chenopus, Ostrea)*, plusieurs ont un aspect usé.
Roches primaires, micaschistes très abondants, quartz, amphibolites, trois galets.
Affleurement de micaschistes à amphibolites ; prolongement des roches de Lorient.

Station 1.049. — 9 septembre, 15 h., 47° 38' N., 3° 58' W. G., au sud des Glénans, à 45-51 m. de profondeur (carte).

Drague géologique (modèle 1925) : traînage très rude, la drague s'accroche au fond.
Roche, coquilles brisées, tête de roche très dure, quelques graviers, débris coquilliers nombreux, fragments de Balanes, coquilles vides entières nombreuses *(Chlamys distortus, Pectunculus, Natica)*, les débris coquilliers ont l'aspect roulé, la surface brillante ; sédiment de couleur jaune.
Pas d'échantillons géologiques.
Tête de roche primaire.

Station 1.050. — 9 septembre, 17 h., 47° 42' N., 4° 8' 30" W. G., à l'ouest des Glénans, à 75 m. de profondeur (sondeur Warluzel).

Drague géologique (modèle 1925) : chocs violents.

Bios rare : Alcyon, *Echinocyamus*.

Roche, petites pierres, graviers coquilliers, pierres arrondies à surface lisse, graviers roulés et patinés, petit polypier mort arraché à un bloc de poudingue, coquilles entières vides nombreuses *(Venus, Nassa, Ostrea, Anomia, Corbula gibba)*.

Roches primaires en galets, quartz, micaschiste, granite, un bloc de poudingue fossilifère, une plaquette de calcaire.

Affleurement probable de poudingue fossilifère.

Station 1.051. — 11 septembre, 47° 42' N., 4° 8' W. G., à l'ouest des Glénans, à 62 m. de profondeur (carte).

Drague géologique (modèle 1925) : chocs violents.

Bios peu abondant : Brachiopodes.

Petits graviers coquilliers ; éléments des graviers bien tamisés par les courants, graviers roulés et patinés, coquilles entières parfois usées et patinées *(Cardium, Chenopus, Nucula nucleus, Venus ovata, Anomia)* : l'ensemble du sédiment a une teinte foncée (sable roux des cartes marines) ; polypier mort arraché à un bloc de poudingue.

Un fragment de poudingue fossilifère.

Voisinage d'un affleurement de poudingue fossilifère.

Station 1.079. — 14 septembre, 19 h., 43° 55' N., 1° 45' W. G., au large de la côte des Landes, à 119 m. de profondeur (petit sondeur Lucas).

Drague géologique (modèle 1925) : traînage très doux, puis une secousse brusque.

Roche ? vase sableuse : on obtient, après tamisage, quelques graviers, des débris coquilliers et des coquilles entières vides *(Cuspidaria cuspidata, Turritella, Corbula gibba, Venus ovata)*, Foraminifères très nombreux (beaucoup de Globigérines).

Sédiments actuels et peut-être une tête de roche.

Station 1.080. — 22 septembre, 19 h., 43° 49' N., 1° 59' W. G., au nord de la fosse du Cap Breton, à 146 m. de profondeur (petit sondeur Lucas).

Drague géologique (modèle 1924) : traînage très doux.

Bios rare : *Antedon*, Etoile.

Vase sableuse : après tamisage on recueille quelques graviers et de rares coquilles *(Turritella, Cuspidaria cuspidata, Venus ovata, Corbula gibba)*, Foraminifères très nombreux (beaucoup de Globigérines).

Pas d'échantillons géologiques.

Sédiments actuels épais.

Station 1.081. — 29 septembre, 20 h., 46° 13' N., 1° 50' W. G., entre l'île de Ré et Rochebonne, à 36 m. de profondeur (carte).

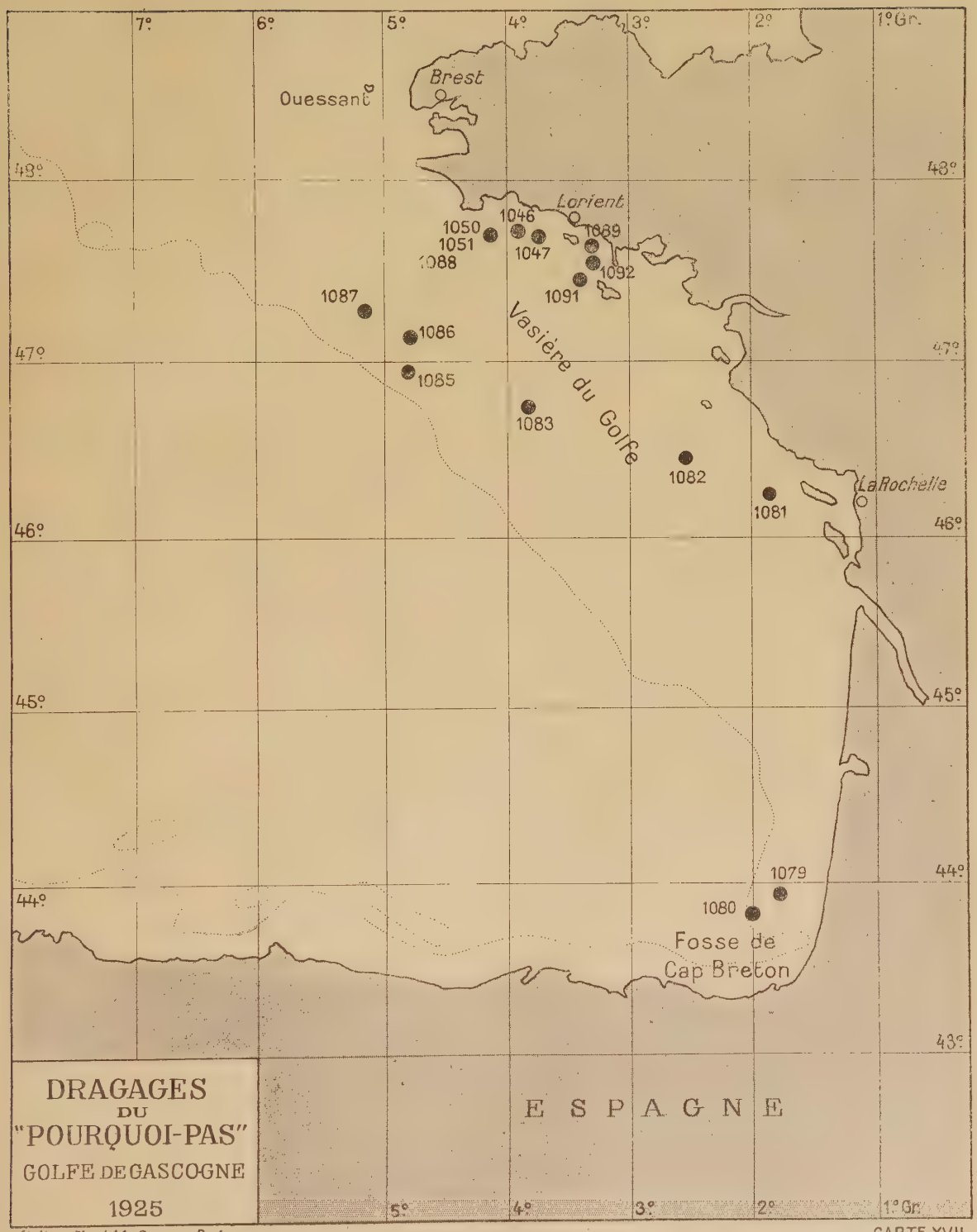
Drague géologique (modèle 1925) : traînage doux, la manille de la drague était mal mise, la drague a dû traîner sur le côté.

Bios peu abondant.

Sable fin coquillier : coquilles peu nombreuses *(Cardium norvegicum, Dosinia, Tellina)*, sédiment de couleur jaunâtre.

Pas d'échantillons géologiques.

Sédiments actuels épais.



Ateliers Blondel la Rougery. Paris

CARTE XVII

Station 1.082. — 29 septembre, 23 h., 46° 23' N., 2° 28' W. G., au nord de Rochebonne, à 67-70 m. de profondeur (carte).

Drague géologique (modèle 1925) : traînage assez rude.

Pierres, petits graviers coquilliers : pierres petites et peu nombreuses, généralement arrondies, graviers roulés et souvent patinés (sables roux des cartes marines), bios rare, coquilles vides nombreuses *(Pectunculus, Cardium, Mactra, Lutraria, Dosinia exoleta)* ; beaucoup de coquilles sont usées et patinées.

Petits galets de quartz, calcaire, roches métamorphiques, petits silex nombreux blonds au centre, à surface très patinée, un bloc gros comme le poing de roche silico-argileuse montrant de nombreux vides irréguliers, semblant provenir de la silicification d'une boue très fine (Eocène ?).

Le dépôt des graviers patinés date-t-il du Quaternaire ?

Station 1.083. — 30 septembre, 9 h., 46° 41' N., 3° 49' W. G., à l'ouest de la « vasière du Golfe », à 140 m. de profondeur (carte).

Drague géologique ; deux dragages successifs : 1° traînage doux ; 2° traînage doux, puis chocs violents.

Roche, pierres, sable vaseux à Foraminifères, affleurement pierreux à surface couverte de Polypiers, tubes de Serpules, Bryozoaires arborescents, nombreux Dentales vivants ; après tamisage on recueille quelques coquilles entières *(Astarte sulcata, Turritella)*, Polypiers fixés au calcaire falunien, Foraminifères très nombreux (beaucoup de Globigérines).

Une douzaine de plaquettes fossilifères : calcaire falunien miocène à débris de Bryozoaires, moules de Gastéropodes et de Lamellibranches, un caillou aberrant anguleux de quartzite métamorphique.

Affleurement de faluns miocènes : la région serait intéressante à explorer ; il faudrait recueillir de nombreux échantillons pour pouvoir étudier les conditions de gisement et les fossiles.

Station 1.085. — 30 septembre, 14 h., 46° 59' N., 4° 50' W. G., à l'ouest de la « vasière du Golfe », à 155 m. de profondeur (sondeur Warluzel).

Drague géologique (modèle 1925) : traînage doux, quelques chocs légers.

Sable vaseux à Dentales : Hyalinœcies et Dentales très abondants, Polypiers brisés, peut-être arrachés à des cailloux, coquilles assez nombreuses *(Chlamys opercularis, Astarte sulcata, Venus verrucosa, casina)*, Foraminifères nombreux (beaucoup de Globigérines).

Pas d'échantillons géologiques.

Sédiments actuels épais.

Station 1.086. — 30 septembre, 16 h., 47° 5' N., 4° 41' W. G., au large de la « vasière du Golfe », à 138 m. de profondeur (sondeur Warluzel).

Drague géologique : deux dragages successifs, traînage doux, quelques chocs.

Sable vaseux à Dentales : Dentales très nombreux (fond à « pointes d'alènes » des pêcheurs), Bryozoaires arborescents brisés peut-être arrachés à des roches, Foraminifères nombreux (beaucoup de Globigérines).

Pas d'échantillons géologiques.

Sédiments actuels épais.

Station 1.087. — 30 septembre, 21 h., 47° 11' N., 5° 4' W. G., à l'ouest de la « vasière du Golfe », à 150 m. de profondeur (sondeur Warluzel).

Drague géologique (modèle 1925) : traînage doux.

Bios rare.

Sable fin vaseux coquillier : quelques coquilles entières *(Chlamys opercularis, Venus verrucosa, Astarte sulcata)*, Foraminifères très nombreux (beaucoup de Globigérines).

Pas d'échantillons géologiques.

Sédiments actuels épais.

Station 1.088. — 1er octobre, 7 h., 47° 42' N., 4° 8' 30" W. G., à l'ouest des Glénans, à 70 m. de profondeur (carte).

Drague géologique (modèle 1925) : traînage doux, quelques chocs.

Bios très rare.

Petits graviers coquilliers, petites pierres : pierres généralement arrondies ; graviers roulés et patinés, coquilles souvent usées et patinées *(Chenopus, Pecten, Pectunculus, Solen)*.

Petites pierres à surface patinée : quartz, granite, micaschiste ; un petit fragment de calcaire à Nummulites, un bloc de poudingue fossilifère empâtant une roche primaire.

Affleurement de poudingue fossilifère (Quaternaire ?), le dépôt des graviers et coquilles patinés date-t-il du Quaternaire ?

Station 1.089. — 5 octobre, 11 h., 47° 38' N., 3° 19' W. G., au large du polygône de Gâvre, à 18 m. de profondeur (carte).

Drague géologique (modèle 1924) : la drague traîne durement.

Algues diverses, Molgules, Étoiles, Dentales.

Pierres, sable fin coquillier : pierres nombreuses de forme et de nature diverses, couvertes de Bryozoaires, de tubes de Serpules ; après tamisage, on recueille quelques coquilles entières *(Venus verrucosa, Tellina, Anomia, Venus fasciata, Cytherea Chione)*.

Quelques galets de roches primaires diverses : granulite, quartz, nombreuses plaquettes de micaschistes couvertes d'Algues calcaires et de tubes de Serpules, petits échantillons de grès décalcifié de forme irrégulière couverts de tubes de Serpules, d'Algues calcaires et Bryozoaires, contenant un peu de glauconie et de nombreux moules internes de fossiles indéterminables (Eocène) ; la roche fait légèrement effervescence.

Voisinage d'affleurements de micaschistes et de grès calcaire éocène.

Station 1.090. — 5 octobre, 12 h., 47° 37' N., 3° 17' W. G., au large de la rivière d'Étel, à 25 m. de profondeur (carte).

Drague géologique (1924) : la drague traîne durement.

Dentales, Ascidies.

Roche, pierres, sable coquillier, affleurement possible de micaschistes ; plaquettes ou blocs de roches diverses couvertes de Balanes, d'Algues calcaires, de tubes d'Hermelles, sable coquillier entre les pierres, coquilles entières *(Nassa reticulata, Tellina, Pectunculus glycimeris, Cardium norvegicum)*.

Nombreuses plaquettes de micaschistes, granulite.

Affleurement possible de micaschistes.

Station 1.091. — 5 octobre, 47° 28' N., 3° 27' W. G., au sud de Groix, à 58 m. de profondeur (carte).

Drague géologique (modèles 1924-1925) ; deux dragages successifs : traînage doux.

Bios très rare.

Sable fin coquillier, un peu vaseux : sédiment consistant ; après tamisage, on recueille quelques coquilles entières *(Chenopus, Dosinia, Cardium paucicostatum, Astarte sulcata)*.

Pas d'échantillons géologiques.

Sédiments actuels épais.

Station 1.092. — 5 octobre, 15 h., 47° 34' N., 3° 17' W. G., au large des Pierres Noires, près de Groix, à 30 m. de profondeur (carte).

Drague géologique (1924) : fond mou.

Bios très rare.

Vase molle, noire : coquilles entières recueillies après tamisage *(Cardium pausicostatum Turritella, Tellina, Cardium tuberculatum)*.

Un caillou aberrant.

Sédiments actuels épais.

Station 1.093. — 5 octobre, 17 h., 47° 39' N., 3° 19' W. G., au large du polygone de Gâvre, à 15 m. de profondeur (carte).

Drague géologique (1924) : traînage doux, quelques chocs.

Bios abondant et varié.

Pierres, sable coquillier, maerl : plaquettes calcaires perforées et couvertes d'Algues calcaires, coquilles entières relativement nombreuses *(Venus fasciata, Trochus magus, Chenopus, Cytherea Chione)*.

Une douzaine de plaquettes calcaires perforées par des Saxicaves, des Cliones et recouvertes d'une croûte souvent épaisse d'Algues calcaires, plusieurs faciès parmi lesquels dominent des calcaires durs à Alvéolines, Milioles, *Orbitolites complanatus*.

Voisinage d'un affleurement éocène.

ATLANTIQUE NORD

1924 (Carte XVIII, p. 271)

Station 503. — 6 juin, 8 h., 49° 47' N., 7° W. G., à l'ouest des Sorlingues, à 108 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : travail rude.

Sable vaseux coquillier, pierres: les pierres sont surtout des silex; débris organiques nombreux, coquilles brisées, Bryozoaires en fragments, quelques Foraminifères, spicules d'Eponges, nombreuses coquilles vides de *Pinna*, quelques Lamellibranches vivants *(Cardium norvegicum, Chlamys opercularis)*.

Silex de forme irrégulière à gangue plus ou moins épaisse, deux roches primaires.

Station 504. — 6 juin, 13 h., 49° 48' N., 7° 35' W. G., sur le Jones Bank, à 132 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Bios rare.

Vase sableuse : débris organiques très abondants, coquilles moulues, Foraminifères, spicules d'Eponges.

Pas d'échantillons géologiques.

Sédiments actuels épais.

Station 506. — 15 juin, 18 h., 53° 18' N., 13° 40' W. G., sur le banc du Porcupine, à 175 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique.

Roche, pierres, sable coquillier : pierres basaltiques de taille diverse, formes souvent anguleuses, surface couverte de tubes de Serpules, Bryozoaires, sable très blanc à cause de l'abondance des débris organiques, Foraminifères très abondants (Globigérines), piquants d'Oursins, toutes les coquilles sont vides.

Basalte gris rougeâtre, en blocs très nombreux (une cinquantaine) : un échantillon gros comme la tête aux formes anguleuses.

Coulée basaltique en place.

Station 508. — 17 juin, 12 h. 30, 57° 32' N., 14° W. G., sur le banc de Rockall, au sud-ouest du rocher, à 130 m. de profondeur (carte).

Drague géologique et chalut-drague de Monaco : le filet du chalut-drague se déchire sur le fond.

Holothurie, Oursin.

Roche, pierres, graviers à Bryozoaires : pierres basaltiques aux formes souvent anguleuses, graviers blancs piquetés de noir (débris organiques, grains de basalte), débris de Bryozoaires très abondants, Foraminifères (Globigérines, Triloculines).

Basalte sombre, en blocs nombreux de taille diverse, petits fragments de roche éruptive claire.

Basalte en place.

Station 508 *bis*. — 17 juin, sur le banc de Rockall, au sud-ouest du rocher.

Chalut-drague de Monaco.

Roche.

Blocs de basalte.

Station 509. — 17 juin, 15 h. 30, sur le banc de Rockall, à 6 milles environ au sud-ouest du rocher, à 130 m. de profondeur environ (carte).

Drague géologique et drague à huîtres : la drague à huîtres revient faussée.

Eponges, Alcyons, Bryozoaires arborescents.

Roche, pierres, sable fin coquillier : gros blocs de basalte aux formes généralement anguleuses, sable très blanc, débris organiques dominants, coquilles brisées, débris de Bryozoaires, Foraminifères, coquilles entières vides nombreuses, blanches et usées en général *(Chlamys, Pectunculus, Pecten)*.

Basalte en gros blocs à aspect de pavés.

Basalte en place.

Station 510. — 17 juin, sur le banc de Rockall, à 3 milles au nord du rocher.

Drague géologique : la drague s'accroche très violemment ; on fait machine arrière.

Un bloc de basalte couvert d'animaux : Chitons, Bryozoaires, Eponges.

Roche basaltique en place.

Station 511. — 20 juin, 12 h. 30, 60° 39' N., 10° 29' W. G., sur le banc Bill Bailey, à 150 m. de profondeur (carte).

Drague géologique et dragué à huîtres.

Roche, pierres, sable coquillier : pierres de tailles diverses, graviers roulés, sable très blanc à Bryozoaires, Foraminifères (Globigérines) très nombreux, coquilles entières vides assez nombreuses *(Chlamys islandicus, Pecten, Pectunculus)* ; ces grosses coquilles souvent perforées et usées sont couvertes d'animaux : Hydrozoaires, Bryozoaires, Brachiopodes, Spirorbes.

Basalte abondant, un gros bloc anguleux, quelques autres roches (gneiss).

Basalte en place.

Station 512. — 20 juin, 20 h. 30, sur le banc des Feroë, à 120 m. de profondeur.

Drague géologique : chocs très violents, le filet revient déchiré.

Bios inexistant.

Roche, sable coquillier : tête de roche très dure, quelques gros graviers, sable très blanc, débris de tubes de Serpules dominants, coquilles brisées, fragments de Balanes.

Basalte en graviers.

Station 513. — 21 juin, 17 h., à l'ouest de Suderoë, à 104 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique : travail rude.

Roche : la drague ne contient que des animaux qui ont été sans doute recueillis en râclant des surfaces rocheuses.

Station 513 *bis*.

Traînage de fauberts pendant une heure.

Bios abondant.

Coquilles *(Saxicava, Anomia, Natica)*.

Station 514. — 4 juillet, 9 h., 62° 5' N., 6° 45' W. G., dans le Skalee fjord, à 30-35 m. de profondeur (carte).

Pêche aux fauberts traînés sur un parcours de 1 kilomètre environ.

Bios abondant : Ophiures, Ascidies, Etoiles, Algues.

***

1927 (Carte XVIII, p. 271)

Station 2.124. — 4 juillet, 13 h. 30, 58° 49' N., 4° 29' 30'' W. G., au large du Loch Eriboll (côte nord d'Ecosse), à 69 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Oursins, Pagures, *Cardium, Buccinum, Chenopus, Dosinia, Mytilus*.

Sable coquillier, quelques pierres : coquilles vides nombreuses.

Un bloc de gneiss.

MER DU NORD

1927 (Carte XVIII, p. 271)

Station 2.104. — 30 juin, 18 h., 51° 5' N., 1° 51' E. G., sur les bancs de Flandre, sur la queue du banc Out Ruytingen, tout près de la bouée, à 23 m. de profondeur (carte), au voisinage des petits fonds du banc.

Drague géologique : nombreux chocs.

Balanes, *Ostrea*, *Lutraria*, *Cardium norvegicum* ; beaucoup de coquilles sont patinées en brun.

Silex nombreux patinés, quelques-uns sont cassés.

Quaternaire : silex patinés.

Station 2.105. — 30 juin, 21 h., 51° 14' N., 2° 11' E. G., sur les bancs de Flandre, à l'extrémité septentrionale du Out Ruytingen, à 32 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : chocs violents.

Alcyons, Balanes, Flustres, *Tapes*.

Pierres, graviers sableux coquilliers.

Silex nombreux en galets.

Station 2.106. — 30 juin, 21 h. 30, 51° 15' N., 2° 13' E. G., sur les bancs de Flandre, à l'extrémité septentrionale du banc Out Ruytingen, près du bateau feu, à 31 m. de profondeur (carte), mais tout près des petits fonds.

Drague géologique : le câble se déroule, on fait machine arrière pour dégager la drague.

Ophiures, Etoiles de mer, Balanes.

Grosses pierres, sable vaseux : les pierres sont couvertes d'animaux, quelques grains de glauconie.

Un énorme bloc de roche cristalline, silex.

Quaternaire : blocs de roches primaires.

Station 2.107. — 30 juin, 22 h., 51° 17' N., 2° 15' E. G., sur les bancs de Flandre, au nord du banc de Bergues, à 30 m. de profondeur (carte).

Bios rare : *Solen*, *Mactra*.

Sable fin, quelques petites pierres, quelques coquilles sont patinées.

Silex.

Sédiments actuels épais.

Station 2.108. — 1er juillet, 0 h. 40, 51° 23' N., 2° 26' E. G., sur les bancs de Flandre, près du bateau feu du West Hinder, à 16 m. de profondeur, tout près des petits fonds.

Drague géologique.

Bios rare.

Sable fin : pas de pierres.

Sédiments actuels épais.

Station 2.109. — 1er juillet, 1 h. 20, 51° 24' N., 2° 31' E. G., sur les bancs de Flandre, petit banc à l'est du West Hinder, à 20 m. de profondeur (carte), tout près des petits fonds.

Drague géologique.

Bios rare.

Sable fin : éléments bien triés, quelques grains de glauconie.

Sédiments actuels épais.

Station 2.110. — 5 juillet, 10 h., 51° 45' N., 3° 9' E. G., sur les bancs au large de l'Escaut (Banc Schouwen), à 28 m. de profondeur.

Drague géologique : deux coups de drague, la drague traîne doucement.

Bios rare : Etoiles de mer, Spatangues, *Echinocyamus*, *Solen*.

Sable fin coquillier : après tamisage on recueille des coquilles entières dont beaucoup sont patinées.

Les éléments patinés représentent peut-être des sédiments quaternaires remaniés.

Station 2.111. — 5 juillet, 12 h. 30, 51° 50' N., 3° 26' E. G., au nord-ouest du bateau feu de Schouwen, à 27 m. de profondeur (sonde).

Drague géologique : la drague traîne doucement.

Bios rare : Etoiles de mer, Vers, Pagures, *Echinocyamus*, *Solen*, *Natica*.

Sable fin coquillier : la plupart des coquilles sont patinées ; grains de glauconie, quelques petits fragments de tourbe ; les éléments patinés représentent peut-être des sédiments quaternaires remaniés.

Voisinage d'un gisement de tourbe submergée quaternaire.

Station 2.112. — 5 juillet, devant les passes de la Meuse, 52° 1' N., 3° 38' 30'' E. G., à 26 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : la drague traîne doucement.

Etoiles de mer, tubes de Vers, *Echinocardium*, *Echinocyamus*, *Solen*, *Mactra*.

Sable très fin : peu de coquilles ; quelques-unes sont patinées.

Station 2.113. — 5 juillet, 17 h. 30, 52° 10' N., 3° 57' E. G., au large de l'embouchure du Rhin, à 22 m. de profondeur (carte).

Drague géologique : la drague semble sauter sur le fond (sable dur ?)

Bios très rare : Vers, *Mactra*, *Solen*.

Sable fin : éléments bien triés, très peu de coquilles entières, quelques grains de glauconie. *Sédiments actuels épais*.

Station 2.114. — 5 juillet, 18 h. 30, 52° 16' N., 4° 7' E. G., au large de l'embouchure du Rhin, à 20 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Vers, *Ophioglypha*, *Solen*, *Mactra*, *Tellina*.

Sable fin : beaucoup de débris de Bryozoaires très fins, glauconie peu abondante.

Sédiments actuels épais.

Station 2.115. — 9 juillet, 11 h. 30, 53° 20' N., 4° 24' E. G., petite fosse allongée en face du Texel, à 28 m. de profondeur (sonde à main).

1° Drague géologique ordinaire ; 2° drague à huîtres traînée pendant une demi-heure : elle parcourt 2 milles environ vers le nord-ouest dans la petite fosse.

1° Bios rare : *Echinocardium*, *Echinocyamus*, *Mactra*, *Natica*, *Tellina* ; 2° Etoiles nombreuses, Pagures logés dans des coquilles de Buccin.

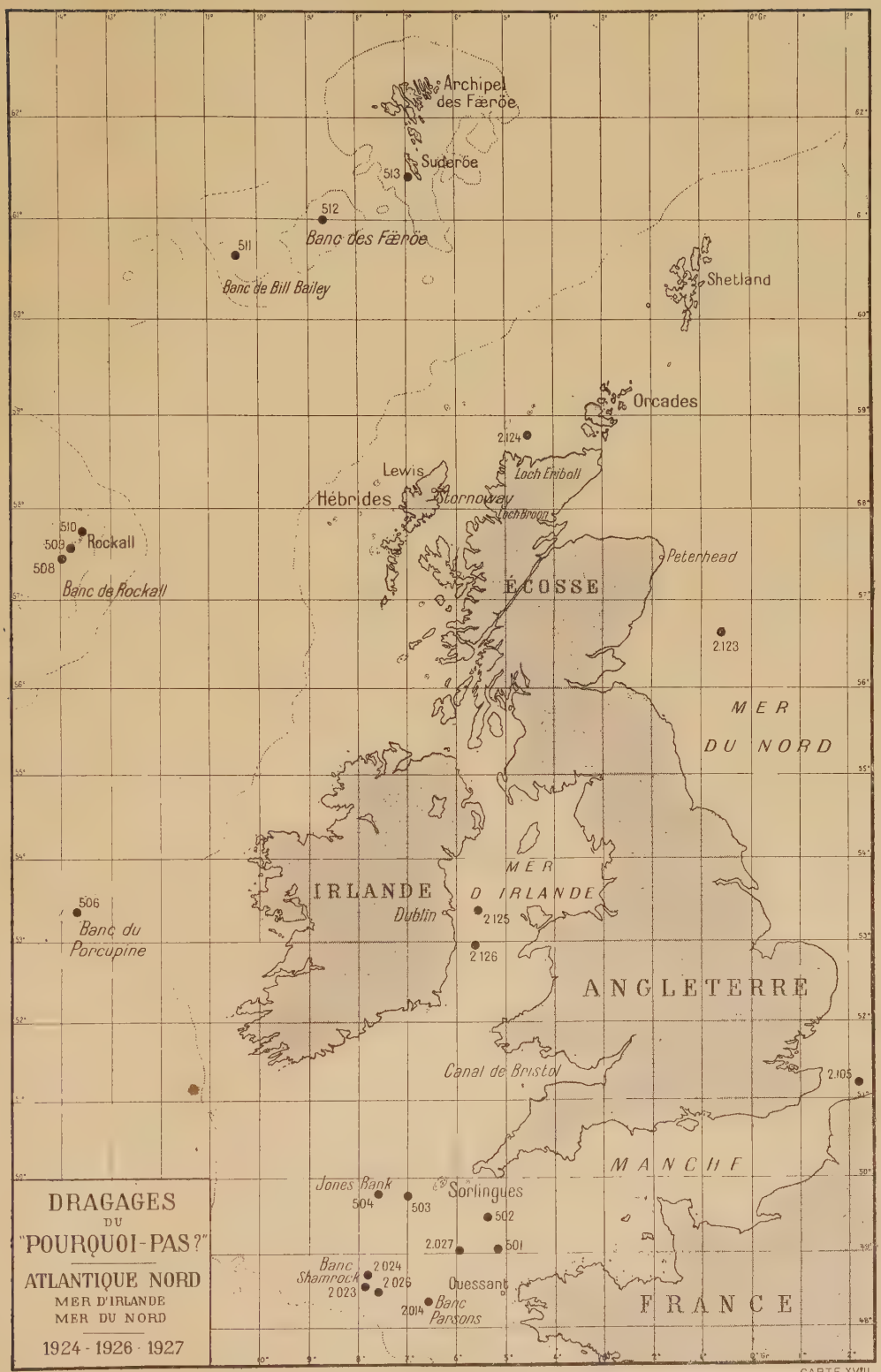
Sable très fin.

Deux morceaux de tourbe, un morceau de bois fossile.

Quaternaire : tourbe submergée.

Station 2.116. — 11 juillet, 14 h. 30, 53° 48' N., 6° 16' E. G., au large de l'embouchure de l'Ems, à 26 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.



Ateliers Blondel la Rougery, Paris

CARTE XVIII

Bios peu abondant : *Ophioglypha, Spatangus, Echinocardium, Mactra, Tellina, Cardium.*
Sable fin : quelques coquilles entières.
Sédiments actuels épais.

Station 2.117. — 11 juillet, 15 h. 30, 53° 49' N., 6° 27' E. G., sur le banc de Borkum, à 23 m. de profondeur (carte).
Drague géologique.
Bios rare : *Ophioglypha,* Vers, *Cardium, Mactra, Tellina, Chenopus.*
Sable coquillier, quelques petites pierres : coquilles patinées nombreuses.
Quelques petits silex.
Sédiments quaternaires remaniés.

Station 2.121. — 21 juillet, 16 h., 55° 39' N., 4° 24' E. G., sur le Dogger Bank, à 36 m. de profondeur (sonde).
1° Drague géologique ordinaire ; 2° drague à huîtres traînée pendant 20 minutes ; traînage doux.
Alcyonidium, Echinocardium, Pagures, *Buccinum.*
Sable fin : coquilles entières abondantes.

Station 2.122. — 21 juillet, 22 h. 30, 55° 36' N., 3° 12' E. G., sur le Dogger Bank, à 38 m. de profondeur (sondeur Warluzel).
1° Drague géologique ordinaire ; 2° Drague à huîtres.
Hydrozoaires, Pagures, Balanes, Etoiles, *Buccinum, Tellina, Cyprina islandica, Zirphæa, Solen.*
Sable fin : quelques petites pierres, coquilles entières nombreuses.

Station 2.123. — 22 juillet, 13 h., 56° 38' N., 0° 36' E. G., du Dogger Bank à Peterhead, à 78 m. de profondeur (carte).
Drague géologique.
Bios très rare : Vers, *Echinocardium.*
Vase sableuse.

MER BALTIQUE

1927

Station 2.118. — 12 juillet, 19 h. 45, 54° 32' 30" E. G., dans la Mer Baltique, entre le fjord de Kiel et le Belt de Fehmarn, à 20 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Bios très rare.

Argile gluante.

Station 2.119. — 12 juillet, 21 h. 30, 54° 35' N., 11° 13' E. G., dans la Mer Baltique, entre les îles Laaland et Fehmarn, à 26 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Bios très rare : Vers, Lamellibranches ; vase noirâtre, quelques petites pierres.

Roches transportées par les glaces, silex éclatés, roches cristallines.

Quaternaire : blocaux.

Station 2.120. — 13 juillet, 8 h., 55° 10' N., 12° 40' E. G., dans le Sund, à l'est de Sealand, à 24 m. de profondeur (carte).

Drague géologique.

Bios rare : *Myrtilus*, *Cardium*.

Vase un peu sableuse : quelques petites pierres.

MER D'IRLANDE

1927 (Carte XVIII, p. 271)

Station 2.125. — 2 août, 12 h., 53° 25' N., 5° 33' W. G., dans la Mer d'Irlande, au large de Dublin, à 80 m. de profondeur.

Drague géologique.

Spatangues, *Chlamys*, *Mactra*.

Sable fin coquillier : beaucoup de coquilles sont patinées et couvertes d'un dépôt noir (oxyde de manganèse ?).

Station 2.126. — 2 août, 16 h. 30, 52° 59' N., 5° 39' W. G., dans la Mer d'Irlande, au large du bateau feu de Wicklow Head, à 58 m. de profondeur (sondeur Warluzel).

Drague géologique : la drague travaille durement ; elle est remontée pleine jusqu'aux bords.

Oursins, Pagures, Flustres, Hydrozoaires, Hermelles, Balanes, Saxicaves.

Pierres, graviers sableux coquilliers : pierres de toute taille couvertes d'Hermelles, graviers roulés et lisses ; les Hermelles forment des masses importantes.

Roches cristallines, calcaires, silex, quartzite, grès.

Quaternaire : blocs transportés par les glaces.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE DES OUVRAGES CITÉS

Les noms d'auteurs sont cités dans l'ordre alphabétique ; pour chaque auteur, les publications sont rangées dans l'ordre chronologique. Chaque publication possède un numéro d'ordre qui correspond au numéro placé entre ( ) dans le texte.

Principales abréviations

A. F. A. S. — Association française pour l'avancement des sciences.

Ann. de géogr. — Annales de géographie.

Ann. S. G. N. — Annales de la Société géologique du Nord.

Arch. de zool. exp. et gén. — Archives de zoologie expérimentale et générale.

B. S. G. F. — Bulletin de la Société géologique de France.

Bull. S. G. M. B. — Bulletin de la Société géologique et minéralogique de Bretagne.

C. R. Ac. des Sc. — Comptes Rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, Paris.

C. R. sommaire S. G. F. — Comptes Rendus sommaires des séances de la Société géologique de France.

Geol. Mag. — Geological Magazine, London.

Mem. of the Geol. Survey. — Memoirs of the Geological Survey, England and Wales.

Mém. S. G. N. — Mémoires de la Société géologique du Nord, Lille.

Proc. of the geol. Assoc. — Proceedings of the geologist's Association, London.

Q. J. G. S. — Quarterly Journal of the geological Society, London.

1. Abrard (R.). 1925. — Le Lutétien du Bassin de Paris. *Thèse Fac. des Sc. Paris*, Angers, 1925.
2. Ansted. 1859. — [*In* Rupert Jones and Parker, voir 121].
3. Association du Chemin de fer sous-marin entre la France et l'Angleterre. Rapports présentés aux membres de l'Association, Paris, imprimerie administrative Paul Dupont, 1877.
4. Austen. 1850. — Valley of the English Channel. *Q. J. G. S.*, vol. VI, 1850.
5. Barré (Commandant O.). 1905. — Origines tectoniques du golfe de Saint-Malo. *Ann. de géo.*, t. XIV, 1905, p. 23.
6. Barrois (C.). 1876. — Recherches sur le terrain crétacé supérieur de l'Angleterre et de l'Irlande. *Mém. S. G. N.*, t. I, 1876.
7. — 1877. — Note sur les traces de l'époque glaciaire en quelques points des côtes de la Bretagne. *Ann. S. G. N.*, t. IV, p. 186, séance du 18 avril 1877.
8. — 1882. — Sur les plages soulevées de la côte occidentale du Finistère. *Ann. S. G. N.*, t. IX, p. 239, séance du 21 juin 1882.
9. — 1897. — Sur l'extension du limon quaternaire en Bretagne. *Ann. S. G. N.*, t. XXVI, p. 33, séance du 10 mars 1897.
10. — 1897. — Des divisions géographiques de la Bretagne. *Ann. de géogr.*, nos 25 du 15 janvier et 26 du 15 mars 1897.

11. Barrois (C.). 1920-1. — Feuille de Dinan. *Bull. Serv. carte géol. de France*, n° 143, 1920-21.

12. — 1927. — Le calcaire de la vallée du Dourdu. *Ann. S. G. N.*, t. LII, 1927, 1re livr., février 1928, p. 174.

13. Barrow. 1906. — The geology of the Isles of Scilly. *Mem. of the Geol. Survey*, England and Wales, Explan. of sheets 357, 360, London, 1906.

14. Baudouin (M.). 1915. — Station sous-marine de Saint-Gilles-sur-Vie (V.), Paris, 1915, in-8°.

15. — 1923. — Les galets de mer submergés et les galets de tuffeau du rivage bas-poitevin. *Bull. S. G. M. B.*, t. IV, fasc. IV, 1923.

16. — 1924. — Existence d'un gisement de calcaire hettangien sous-marin dans l'anse de Sion, démontré par une station préhistorique, à 4 km. à l'Est. *Bull. S. G. M. B.*, t. V, fasc. II-IV, 1924.

17. — 1926. — Existence de l'Hettangien sous l'Infra-Lias ou Charmouthien et sous le Lias Inférieur au havre de la Gachère (Vendée). *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest*, 4e sér., t. VI, 1926.

18. Bernard (A.). — L'île de Groix. *Ann. de géogr.*, t. I, p. 265.

18 *bis*. Bertrand (L.). 1921. — Les anciennes mers de France et leurs dépôts. Paris, Flammarion, 1921.

19. Bigot (A.). 1897. — Sur les dépôts pléistocènes et actuels du littoral de la Basse-Normandie. *C. R. Ac. des Sc.*, t. CXXV, p. 308-382, séance du 16 août 1897.

20. — 1907. — Réunion extraordinaire de la Société géologique de France en Basse-Normandie, en 1904. *B. S. G. F.*, 4e sér., t. IV, 1907.

21. — 1907. — Le Massif ancien de la Basse-Normandie et sa bordure. *B. S. G. F.*, 4e sér., t. IV, 1907, p. 909.

22. — 1922. — [Observations à la suite d'une note de MM. P. Lemoine et R. Abrard]. *B. S. G. F.*, 4e sér., t. XXII, 1922.

23. — 1925. — Sur la présence de Trilobites et d'Archæocyathidés dans les couches cambriennes des environs de Carteret (Manche). *C. R. Ac. des Sc.*, t. CLXXX, n° 17, séance du 20 avril 1925.

24. — 1925. — Sur le Cambrien de l'Est du Massif Armoricain. *Bull. Soc. Linn. de Normandie*, 7e sér., t. VIII, 1925, p. 93-113.

25. — 1927. — Formations monastiriennes et postmonastiriennes de Basse-Normandie. *C. R. Ac. des Sc.*, t. CLXXXV, 1927, p. 824-826.

26. Bigot (A.) et Pruvot (P.). 1925. — Contribution à l'étude du Houiller et du Permien du Cotentin. *Bull. Soc. Linn. de Normandie*, 7e sér., t. VIII, Caen, 1925.

27. Bleicher. 1896. — Recherches sur les débris végétaux et les roches. Résultats scientifiques de la campagne du « *Caudan* » dans le golfe de Gascogne, août-septembre 1895. *Ann. de l'Université de Lyon*, fasc. III, 1896.

28. Böggild (O. B.). 1900. — The deposits of the sea-bottom. The Danish « *Ingolf* » Expedition, first volume, 3, Copenhague, 1900.

29. — 1916. — Meeres grundproben der « *Siboga* » Expedition, t. LXV, Leiden, 1916.

30. Bonissent. 1860-71. — Essai géologique sur le département de la Manche. *Mém. de la Soc. d'archéol., lettres, sciences et arts d'Avranches*, in-8°, 430 pages, Cherbourg.

31. Bornet et Flahaut. 1889. — Sur quelques plantes vivant dans le test calcaire des Mollusques. *Congrès botanique*, 1889.

32. Boswell. 1923. — Petrography of the cretaceous and tertiary outliers of the west of England. *Q. J. G. S.*, vol. LXXIX, 1923, p. 205.

32 *bis*. Boule (M.). 1921. — Les Hommes fossiles. Paris, Masson, 1921.

33. Bourcart (J.). 1922. — [Observations à la suite d'une communication de MM. P. Lemoine et R. Abrard]. *B. S. G. F.*, 4e sér., t. XXII, 1922, p. 10.

34. Boussac (J.). 1907. — Sur l'âge des dépôts éocènes du Massif Armoricain et de la zone de Ronca. *C. R. Ac. des Sc.*, 4 février 1907.

35. — 1911. — Etudes paléontologiques sur le Nummulitique alpin. *Mém. Serv. carte géol. de la France*, 1911.

36. Breuil (Abbé H.). — Sur la présence d'éolithes à la base de l'éocène parisien. *L'Anthropologie*, t. XXI.

37. Briquet (A.). 1925. — Roches exotiques et glaces flottantes. *Ann. S. G. N.*, t. XLVIII, 1923, 4e livr., janvier 1925.

38. Carruthers (J.-N.). 1923. — Notes on some rock fragments dredged up between Färöe Bank and Rockall by the Research Vessel S. T. « *George Bligh* » of the Ministry of Agriculture and Fischeries, during april 1921. With contributions by Prof. Grenville, A. J. Cole and Prof. W. J. Sollas. *Geol. Mag.*, n° 712, octobre 1923, p. 462.

39. Cayeux. 1897. — Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires. *Mém. S. G. N.*, t. IV, 1897.

40. — 1916. — Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires. Paris, 1916.

41. — 1924. — Nouvelles données sur la glauconie, tirées de l'étude des formations crétacées traversées par le puits d'Harchies (Belgique). *Livret Jubilaire, Soc. géol. de Belgique*, 1924, p. 65-82.

42. — 1927. — [Conférence sur les silex]. *C. R. sommaire S. G. F.*, séance du 19 décembre 1927.

42 *bis*. Chaix (A.). 1923. — Les coulées de blocs du Parc national suisse d'Engadine. *Mém. du Globe*, t. LXII, Genève, 1923.

43. Charcot (J.-B.). — 1921. — Notice sur les titres et travaux scientifiques du docteur J.-B. Charcot, Paris, Masson, 1921.

44. — 1922. — Sur l'étude géologique du fond de la Manche. *C. R. Ac. des Sc.*, t. CLXXV, 1922, p. 892.

45. — 1922. — Rapport préliminaire sur la campagne du « *Pourquoi-Pas ?* » en 1922. *Annales hydrographiques*, 1922.

46. — 1922. — Les croisières du « *Pourquoi-Pas ?* » en 1921. *La Géographie*, mai 1922.

47. — 1923-24. — Rapport préliminaire sur la campagne du « *Pourquoi-Pas ?* » en 1923. *Annales hydrographiques*, 1923-24.

48. — 1925. — Rapport préliminaire sur la campagne du « *Pourquoi-Pas ?* » en 1924. *Annales hydrographiques*, 1925.

49. — 1925. — La géologie du fond des mers. *Revue Maritime*, 1925.

50. Charcot (J.-B.) et Dangeard (L.). 1923. — Recherches de géologie sous-marine en Méditerranée (croisière du « *Pourquoi-Pas ?* » en 1923). *C. R. Ac. des Sc.*, t. CLXXVII, p. 1.048, séance du 19 novembre 1923.

51. Clerc-Rampal (G.). — La mer. Paris, Larousse.

52. Grenville-Cole. 1897. — Notes on Rockall island and bank. *Trans. of the Royal Irish Acad.*, vol. XXXI, part. 3, 1897.

53. Grenville-Cole and Crook. 1910. — On rock specimen dredged off the coast of Ireland and their bearing on submarine geology. *Mem. geol. Survey of Ireland*, Dublin, 1910, p. 1-15.

54. Collet. 1908. — Les dépôts marins. Paris, Octave Doin, 1908.

55. Crawshay (L.-R.). 1908. — On rock remains in the bed of the English Channel. An account of the dredgings carried out by S. S. « *Oithona* » in 1906. *Journ. of the mar. biol. Assoc.*, new Series, vol. VIII, n° 2, 1908, p. 99.

56. Dall (W.-H.). 1925. — Tertiary fossils dredged off the north-eastern coast of North America. *Amer. Journ. of Science*, 5e sér., t. X, p. 213-218, 1925.

57. Dangeard (L.). 1922. — Calcaires éocènes roulés des grèves de Paramé. *Bull. S. G. M. B.*, t. III, fasc. 4, 1922, p. 310-314.

58. — 1922. — Contribution à l'étude géologique du fond de la Manche, d'après les dragages récents du « *Pourquoi-Pas ?* » (août-septembre 1922). Lias et Eocène. *C. R. Ac. des Sc.*, séance du 4 décembre 1922.

59. — 1922. — Rapport sur la campagne de dragages géologiques du « *Pourquoi-Pas ?* » en Manche (août-septembre 1922). Rapport préliminaire par M. J.-B. Charcot. *Annales hydrographiques*, 1922.

60. — 1923. — Quelques observations sur la nature géologique et l'origine des surfaces pierreuses de la Manche. *Bull. S. G. M. B.*, t. IV, fasc. 1, 1923, p. 44-46.

61. — 1923. — Notes de géologie sous-marine. Découverte de Nummulites en Manche orientale. *C. R. sommaire S. G. F.*, n° 16, p. 191-192, séance du 19 novembre 1923.

62. — 1924. — Sur la présence du Nummulitique inférieur dans la région de Gâvre (Morbihan). *C. R. Ac. des Sc.*, séance du 24 mars 1924.

63. — 1924. — Note sur les blocs de calcaires à Nummulites du polygone de Gâvre (Morbihan). *Bull. S. G. M. B.*, t. V, fasc. 2-4, 1924, p. 222.

64. — 1924. — Rapport sur les dragages géologiques effectués par le « *Pourquoi-Pas ?* ». Rapport préliminaire par M. J.-B. Charcot. *Annales hydrographiques*, 1924.

65. — 1925. — Rapport sur les travaux biologiques et géologiques de la première croisière. Rapport préliminaire sur la campagne du « *Pourquoi-Pas ?* » en 1924, par M. J.-B. Charcot. *Annales hydrographiques*, 1925, p. 43.

66. — 1925. — La géologie du fond de la Manche. *Revue génér. des Sciences*, 36e année, n° 8, 30 avril 1925.

67. — 1925. — Lithologie et géologie sous-marine. Rapport préliminaire sur la campagne du « *Pourquoi-Pas ?* » en 1925, par M. J.-B. Charcot. *Annales hydrographiques*, 1925-26.

68. Dangeard (L.). 1926. — Documents concernant l'étude des passes de la Gironde. *Bull. S. G. M. B.*, t. VI, fasc. 1, 1926, p. 42-45.

68 *bis*. — 1926. — Eocène des environs de Lorient. Gisements de Kersabiec et de Sterbouest. *Bull. S. G. M. B.*, t. VII, 1926, fasc. 1-2, p. 70.

69. — 1926. — Glauconie actuelle dans la zone néritique. *C. R. Ac. des Sc.*, t. CLXXXIII, p. 1.346, séance du 27 décembre 1926.

70. — 1927. — Rapport géologique concernant les dragages du « *Pourquoi-Pas ?* ». Rapport préliminaire. par M. J.-B. Charcot. *Annales hydrographiques*, 1927.

71. Dangeard (L.) et Solignac (M.) 1923. — Sur la nature géologique du banc des Esquerquis (d'après les dragages du « *Pourquoi-Pas ?* » effectués au mois de juin 1923 en Méditerranée occidentale). *C. R. Ac. des Sc.*, t. CLXXVII, p. 1.314, séance du 10 décembre 1923.

72. Dangeard (P.). 1923-24. — Rapport sur les recherches biologiques effectuées en Manche par le « *Pourquoi-Pas ?* ». Rapport préliminaire par M. J.-B. Charcot. *Annales hydrographiques*, 1923-24.

73. Daniel et Thoulet. 1919. — Dépôts coquilliers aux environs du bourg d'Erquy (Côtes-du-Nord). *Revue bretonne de botanique*, 1919, p. 45.

74. Davidson. 1870. — Notes on the Brachiopoda hitherto obtained from the « Pebble-Bed » of Budleigh Salterton near Exmouth, in Devonshire. *Q. J. G. S.*, vol. XXVI, 1870, p. 71.

74 *bis*. Dawson (R.). 1866. — On the occurrence of dead littoral shells in the bed of the German Ocean, 40 miles from the coast of Aberdeen. *Q. J. G. S.*, vol. XXII.

75. Delesse. 1871. — Lithologie des mers de France. Paris, 1871.

76. Depéret (Ch.). 1921. — La classification du Quaternaire et sa corrélation avec les niveaux préhistoriques. *C. R. sommaire S. G. F.*, n° 9, 1921, p. 125-127.

77. — 1923. — La classification des temps quaternaires et ses rapports avec l'antiquité de l'homme en Europe. *Revue gén. des Sciences*, mars 1923, p. 135.

78. Devoir (Commandant A.). 1908. — Essai sur les mouvements de la mer aux abords du Mont-Saint-Michel. *Bull. de l'Inst. Océan.*, n° 125, 15 novembre 1908.

79. Dewey (H.). 1926. — Studies in Danish Geology. *Proc. of the geol. Assoc.*, vol. XXXVII, part. 2, 1926, p. 132.

80. Dollfus (G.-F.). 1890. — Recherches sur les ondulations des couches tertiaires dans le Bassin de Paris. *Bull. Serv. carte géol. de France*, t. II, n° 14, 1890, p. 154.

81. Douvillé (H.). 1903. — [Observations sur la *trouée de la Manche*]. *B. S. G. F.*, 4e sér., t. III, 1903, p. 652.

82. — 1905. — Comparaison des divers bassins nummulitiques. *B. S. G. F.*, 4e sér., t. V, 1905.

83. — 1906. — Evolution des Nummulites dans les différents bassins de l'Europe occidentale. *B. S. G. F.*, 4e sér., t. VI, p. 20.

84. — 1919. — L'Eocène inférieur en Aquitaine et dans les Pyrénées. *Mém. Serv. carte géol. de France*, 1919.

85. Dubois (G.). 1923. —Sur la présence de Nummulites silicifiées dans les dépôts quaternaires marins de Paris-Plage. *Ann. S. G. N.*, t. XLVIII, p. 172, séance du 16 novembre 1923.

86. — 1923. — Répartition et origine des galets exotiques dans les formations quaternaires marines du Nord de la France. *Ann. S. G. N.*, t. XLVIII, séance du 5 décembre 1923, p. 188.

87. — 1924. — Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France. *Mém. S. G. N.*, t. VIII, 1924.

88. — 1925. — Sur la nature des oscillations de type atlantique des lignes de rivage quaternaires. *B. S. G. F.*, 4e sér., t. XXV, 1925, p. 857.

89. Dudley Stamp (L.). 1923. — An introduction to stratigraphy. London, 1923.

90. Dutertre (A.-P.). 1925. — [Observations à la suite de la communication de M. G. Dubois]. *Ann. S. G. N.*, t. XLVIII, 1923, 4e livr., 1925, p. 174.

94. Dutertre (E.). 1922. — Histoire naturelle de la plage de Berck. Boulogne, 1922.

92. Ferronnière (G.). 1913. — Terrasses fluviatiles et terrasses marines à l'embouchure de la Loire. *Bull. de la Soc. des Sc. nat.*, procès-verbaux, 1913.

93. — 1920-21. — Rapport sur la feuille du Pilier. *Bull. Serv. carte géol. de France*, no 143, t. XXV, 1920-21, p. 51.

94. — 1921. — Notes de géologie marine. *Bull. S. G. M. B.*, t. II, fasc. sp., novembre 1921, p. 187.

95. — 1922. — Ce qu'un géologue peut lire sur une carte marine. *Bull. S. G. M. B.*, t. III, 1922, p. 287.

96. Fischer (P.-H.). — Un amas préhistorique de coquilles près de Roscoff (Finistère). *Revue anthropologique*, XXXVe année, nos 4-5-6.

97. Fleury (E.). — Formes d'usure et de désagrégation au Portugal. Lisbonne, 1919.

98. Forbes (D.). 1870. — Note on specimens of the bottom collected during the first cruise of the « *Porcupine* » in 1869. *Proc. Royal Soc. London*, 1870, p. 491.

99. — 1875. — Etude des échantillons du fond recueillis pendant la première expédition du « *Porcupine* » en 1869. « Les Abîmes de la Mer » de C. Wyville Thomson, ouvrage traduit par le Dr Lortet, Paris, 1875, appendice C, p. 439.

100. Fouqué et Michel-Lévy. 1886. — Sur les roches recueillies dans les sondages opérés par le « *Talisman* ». *C. R. Ac. des Sc.*, t. CII, 1886, p. 793.

101. Gignoux (M.). 1922. — Les rivages et les faunes des mers pliocènes et quaternaires dans la Méditerranée occidentale. *Congrès géol. intern.*, XIIIe Session, Belgique, 1922.

102. Gilson (G.). 1900. — Exploration de la mer sur les côtes de Belgique. *Mém. du Musée Royal de Belgique*, 1900.

103. Gordon (T.). 1920-21. — Cambrian organic remains from a dredging in the Weddel sea. *Trans. Royal Soc. of Edinburgh*, vol. LII, part. V, 1920-21, p. 601.

104. Gosselet (J.). 1883. — Esquisse géologique du Nord de la France, 3e fasc., terrains tertiaires, Lille, 1883.

105. — 1901. — [Yprésien de Sainte-Josse]. *Ann. S. G. N.*, t. XXX, 1901, p. 207.

106. Gourdon (E.). 1908. — Expédition antarctique française (1903-1905). Géographie physique, glaciologie, pétrographie. Paris, Masson, 1908.

107. Hallez (P.). 1898-9. — [Époque et mode de formation du détroit du Pas-de-Calais]. *A. F. A. S.*, Boulogne-sur-Mer, 1898-99.

108. — 1899. — Sur les fonds du détroit du Pas-de-Calais. *Ann. S. G. N.*, t. XXVIII, 1899.

109. Haug (E.). 1911. — Traité de Géologie. Paris, Armand Colin, 1911.

110. Hébert. 1880. — Histoire géologique du Canal de la Manche. *C. R. Ac. des Sc.*, t. CX, 1880.

111. Hédouin. 1891. — Courants de la Manche et de l'entrée de la Mer du Nord. Cartes. *Service hydrographique de la Marine*, 1891.

112. Hue (E.). 1926. — Environs de Luc-sur-Mer (Calvados). Les blocs erratiques. Le Mans, Ch. Monnoyer, 1926. *Société préhistorique française.*

113. Hunt (A.-R.). 1889. — On a block of granite from the Salcombe fishing grounds. *Trans. of the Devonsh. Assoc.*, 1879.

114. — Notes on the submarine geology of the English Channel off the south coast of the Devon. *Trans. of the Devonsh. Assoc.*, 1879, 1880, 1881, 1883, 1885, 1889.

115. Hure (Mlle A.). 1925. — Des effets des vagues de la mer sur les silex des rivages. *Bull. Soc. préhist. franç.*, t. XXII, n° 3, 1925, p. 130-132, 1 fig.

116. Jamieson (Thomas). 1865. — On the history of the last changes in Scotland. *Q. J. G. S.*, vol. XXI, part. 3, p. 200, august 1865.

117. Jeffreys (Gwyn). 1865. — British conchology. London, 1865.

117 *bis.* — 1865. — [*In* Rupert Jones and Parker, voir n° 121]. *Report of the British Assoc.*, 1865, transac. of sections, p. 183.

118. Johnson (D.-W.). 1919. — Shore processes and shoreline development. New-York, 1919.

119. — 1924. — La morphologie sous-marine du golfe du Maine. *Ann. de géog.*, année 33, n° 84, 15 juillet 1924, p. 313-328, 4 fig.

120. Joly (G. de). 1923. — La mer et les côtes. Paris, Baillère, 1923.

121. Jones (T. Rupert) and Parker. 1876. — On some recent and fossil Foraminifera dredged up in the English Channel. *Ann. and Mag. of Nat. Hist.*, 4e sér., vol. XVII, 1876, p. 283.

121 *bis.* Joubin (L.). 1922. — Les coraux de mer profonde, nuisibles aux chalutiers. *Office scientifique et technique des pêches.* Notes et Mémoires, n° 18, déc. 1922.

122. Joyeux-Laffuie (J.). 1891.—.Sur la présence et l'action destructive de la *Polydora ciliata*, sur les côtes du Calvados. *Bull. de la Soc. Linnéenne de Normandie*, 4e sér., vol. V, 1891, p. 173.

123. Browne (Jukes). 1891. — The geographical evolution of the English Channel. *Contemporary Review* (june), 1891, p. 855-864.

124. — 1903. — Devonshire in the time of the Lower Chalk. *Trans. Devonshire Assoc.*, vol. XXXV, 1903, p. 787.

125. Kerforne (F.). 1913. — Sur la géologie des Côtes-du-Nord. *Bull. Soc. sc. et méd. de l'Ouest*, t. XXII, n° 2, 1913.

126. — 1919. — Etude tectonique de la région silurienne du Sud de Rennes (Nappe de la Vilaine). *Bull. Serv. carte géol. de France*, n° 139, t. XXIII, 1919.

127. Kerforne (F.). 1921. — Sur le prétendu Cambrien du Massif Armoricain. *Bull. S. G. M. B.*, t. II, fasc. sp., 1921, p. 159-161.

128. — 1923. — Le Briovérien dans le Massif Armoricain. *Bull. S. G. M. B.*, t. IV, fasc. 2, 1923, p. 123-132.

129. Kerforne (F.) et Dangeard (L.). 1922. — Sur les roches paléozoïques draguées par le « *Pourquoi-Pas ?* » dans la Manche occidentale. *C. R. Ac. des Sc.*, séance du 26 juin 1922.

130. Kilian (W.) et Blanchet. 1923. — Sur les Ammonites recueillies par le « *Pourquoi-Pas ?* » *C. R. Ac. des Sc.*, t. CLXXVI, p. 155-156, séance du 15 janvier 1923.

131. *Knight-Errant*. 1882. — *Proc. Royal Soc. of Edinburgh*, vol. XI, 1882, p. 649.

131 *bis*. Lacroix (A.). 1901-09. — Minéralogie de la France et de ses colonies. Paris, Ch. Béranger, t. III, p. 132.

132. — 1923. — La constitution du banc de Rockall. *C. R. Ac. des Sc.*, séance du 20 août 1923.

133. Lacroix (E.). 1922. — Glauconie du Lias moyen de la bordure orientale du Plateau Central. *B. S. G. F.*, 4e sér., t. XXII, 1922, séance du 6 février 1922.

134. Lamothe (Général de). 1918. — Les anciennes nappes alluviales et lignes de rivage du bassin de la Somme et leurs rapports avec celles de la Méditerranée occidentale. *B. S. G. F.*, 4e sér., t. XVIII, 1918.

135. Lapparent (A. de). 1875-76. — [Tunnel sous-marin]. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. IV, 1875-76, p. 57.

136. — 1900. — Traité de géologie. Paris, Masson, 4e édit., 1900.

137. Lapparent (J. de). 1923. — Leçons de Pétrographie. Paris, Masson, 1923.

138. Launay (L. de). 1914. — La géologie du fond des mers. *Revue scientifique*, Paris, 1914.

139. — 1921. — Géologie de la France. Paris, A. Colin, 1921.

140. Lebesconte. 1881. — De l'apport par la mer sur les plages bretonnes de roches et fossiles du Calcaire grossier et du Crétacé. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. X, 1881, p. 68.

141. — 1898-99. — Epoque et mode de formation du Pas-de-Calais. *A. F. A. S.*, Boulogne-sur-Mer, 1898-99, 1re partie, p. 249.

142. Legraye. 1927. — Observations sur les mouvements récents du fond de la Mer du Nord. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XLIX, 2e livr., janvier 1927.

142 *bis*. Lemoine (P.). 1911. — Géologie du Bassin de Paris. Paris, Hermann, 1911.

143. — 1912. — La géologie du fond des mers. Manche et Atlantique Nord. *Ann. de géogr.*, t. XXI, 1912, p. 385.

143 *bis*. — 1922. — [*In* Charcot. Les croisières du « *Pourquoi-Pas ?* » en 1921]. *La Géographie*, mai 1922.

144. Lemoine (P.) et Abrard (R.). 1922. — Contribution à l'étude géologique du fond de la Manche. *B. S. G. F.*, 4e sér., t. XXII, p. 3-10, 1922.

145. Leriche (M.). 1905. — Sur l'extension des grès à *Nummulites laevigatus* dans le Nord de la France. *A. F. A. S.*, Cherbourg, 1905.

146. — 1905. — Observations sur la géologie de l'île de Wight. *Ann. S. G. N.*, t. XXXIV 1905, p. 38-39.

147. Leriche (M.). 1905. — Observations sur le synchronisme des assises éocènes, dans le bassin anglo-franco-belge. *B. S. G. F.*, 4e sér., t. V, 1905, p. 683.

148. — 1909. — Les vestiges de la mer yprésienne entre la Flandre et l'île de France. *Ann. S. G. N.*, t. XXXVIII, 1909, p. 421.

149. Lyell (Ch.). 1848. — Principes de géologie. Traduction, Paris, 1848.

150. Martonne (de). 1920. — Traité de géographie physique, Paris, Armand Colin, 1920, 3e édit.

151. Milne-Edwards (A.). 1880. — Compte rendu sommaire d'une exploration zoologique faite dans le golfe de Gascogne, à bord du navire de l'Etat « *Le Travailleur* ». *C. R. Ac. des Sc.*, t. XCI, 1880, p. 311-314.

152. — 1883. — L'expédition scientifique du « *Talisman* », dans l'Océan Atlantique. *C. R. Ac. des Sc.*, t. XCVI, 1883, p. 1456-57.

152 *bis*. Milon (Y.). 1923. — Sur la microfaune du calcaire briovérien (Précambrien ?) de Saint-Thurial (Ille-et-Vilaine). *C. R. sommaire S. G. F.*, n° 7, p. 73-74, séance du 9 avril 1923.

153. — 1926. — Présence de la glauconie dans les faluns vindoboniens de Bretagne. *C. R. Ac. des Sc.*, t. CLXXXIII, p. 1043, séance du 29 novembre 1926.

154. — 1926. — Nouveaux gisements de faluns à Plouasne (Côtes-du-Nord) et présence de la glauconie dans les faluns de Bretagne. *Bull. S. G. M. B.*, t. VI, fasc. 3-4, 1926, p. 261.

155. — 1927. — Nouvelles données concernant le problème du Briovérien de Bretagne. *C. R. sommaire S. G. F.*, séance du 2 mai 1927.

156. Monckton (H.-W.). 1909. — The Dorset coast. Geology in the Field. Part. I, London, 1909.

157. Munier-Chalmas. 1892. — Sur le rôle, la distribution et la direction des courants marins pendant le Crétacé supérieur. *C. R. Ac. des Sc.*, vol. CXIV, 1892, p. 851-854.

158. Murray (J.) and Philippi (E.). 1908. — Die grundproben der deutschen Tiefsee Expedition. Iéna, 1908.

159. Murray (J.) and Renard. 1891. — Deep sea deposits. Report of the scientific results of the exploring voyage of H. M. S. « *Challenger* », 1873-76, London, 1891.

160. Nadson (G.). 1927. — Les algues perforantes de la Mer Noire. *C. R. Ac. des Sc.*, 4 avril 1927, t. CLXXXIV, n° 14.

161. Newton (R.-B.). 1917. — On a fossiliferous limestone from the North Sea. *Q. J. G. S.*, vol. LXXII, part. 1, n° 285, 1917.

162. Noury (Ch.). 1886. — Géologie de Jersey, 1886.

163. Orléans (Duc d'). 1905. — Croisière océanographique dans la mer du Grôenland en 1905. Résultats scientifiques.

164. Palmer and Crooke. 1923. — The pleistocène deposits of the Portsmouth district and their relation to man. *Proc. of the geologists' Assoc.*, vol. XXXIV, 1923, part. 4.

165. Peach (B.-N.). 1912. — Report on rock specimens dredged by the « *Michäel Sars* » in 1910, by H. M. S. « *Triton* » in 1882, and by H. M. S. « *Knight-Errant* » in 1880. *Proc. of the Royal Soc. of Edinburgh*, vol. XXXII, 1912, p. 262-291.

166. Peach and Horne. 1912. — Rocks fragments dredged by the « *Michael Sars* ». The Depths of the Ocean, by Murray and Hjort, 1912, London, p. 204.

167. Pervinquière (L.). 1910. — Sur la nature géologique du plateau sous-marin de Rochebonne (Charente-Inférieure). *B. S. G. F.*, 4e sér., t. X, 1910, p. 28.

168. Petersen (John). 1893. — [Carte lithologique]. Kanonbaaden Hauchs Togter, 1893.

169. Plymen (G.-H.). 1922. — On the occurrence of Precambrian Shales in Guernsey. *Geol. Mag.*, october 1922, vol. LIX, p. 468-469.

170. Prestwich (J.). 1892. — The Raised Beach and Head and Rubble Drift of the South of England. *Q. J. G. S.*, vol. XLVIII, 1892, p. 263.

171. Pruvot (G.). 1894. — Essai sur la topographie et la constitution des fonds sous-marins de la région de Banyuls. *Arch. de zool. exp. et gén.*, 3e sér., t. II, 1894.

172. — 1897. — Essai sur les fonds et la faune de la Manche occidentale. *Arch. de zool. exp. et gén.*, 3e sér., t. V, 1897, p. 511.

173. Pruvot (G.) et Robert (A.). 1897. — Sur un gisement sous-marin de coquilles anciennes au voisinage du cap de Creus. *Arch. de zool. exp. et gén.*, 3e sér., t. V, 1897.

174. Pruvot (P.). 1920-21. — Observations sur le terrain portlandien du Boulonnais. *Bull. Serv. carte géol. de France*, no 143, t. XXV (1920-1921), p. 75.

175. Reid (Clément). 1892. — The pleistocene deposits of the Sussex coast and their equivalents in other districts. *Q. J. G. S.*, vol. XLVIII, 1892, p. 344.

176. — 1896. — The eocene deposits of Dorset. *Q. J. G. S.*, vol. LII, 1896, p. 490.

177. — 1898. — The eocene deposits of Devon. *Q. J. G. S.*, vol. LIV, 1898, p. 234.

178. — 1904. — On the probable occurrence of an eocene outlier off the cornish coast. *Q. J. G. S.*, vol. LX, 1904, p. 113.

179. — 1906. — The geology of the country near Newquay. *Mém. of the Geol. Survey*, England and Wales, Explan. of sheet 346, 1906.

180. — 1907. — The geology of the country around Mevagissey. *Mem. of the Geol. Survey*, England and Wales, explan. of sheet 353, 1907.

181. — 1912. — [Observation à la suite de la communication de Stather]. *Q. J. G. S.*, vol. LXVIII, 1912.

182. — 1913. — Upper Cretaceous. The geology of the country around Newton Abbot. *Mem. of the Geol. Survey*, England and Wales, explan. of sheet 339, 1913.

183. Renard (A.-F.). 1886. — Notice sur les roches draguées au large d'Ostende. *Bull. Acad. Royale de Belgique*, t. XI, 3e sér., 1886.

184. Renaud (J.). 1891. — Sur les sondages exécutés dans le Pas-de-Calais en 1890. *C. R. Ac. des Sc.*, 1891, p. 898.

185. Richard (J.). 1907. — L'Océanographie. Paris, Vuibert, 1907.

186. Robert (Lady W. Mc.). 1912. — Note on a nepheline syenite boulder dredged from the Atlantic. *Geol. Mag.*, nouv. sér., décembre. vol. IX, 1912, p. 1.

187. Rosenvinge (K.). 1909. — The marine algae of Denmark. *Mém. de l'Acad. des Sciences et des Lettres de Danemark*, Copenhague, 7e sér., Section des sciences, t. VII, no 1, 1909.

188. Ross (C.). 1926. — The optical properties and chemical composition of glauconite. *Proc. of the United-States National Museum*, n° 2.628, vol. LXIX, art. 2, p. 1-15, 1926.

189. Rouch (J.). 1922. — Manuel d'océanographie physique. Paris, Masson, 1922, p. 57.

190. Salter. 1864. — [Conglomérat de Budleigh Salterton]. *Q. J. G. S.*, t. XX, 1864, p. 283.

191. Sauvage (H.-E.). 1899. — Le Mammouth dans la partie Sud de la Mer du Nord. *Bull. Soc. Acad. de Boulogne*, 1899.

192. Sirodot. 1874. — Conférence faite à la Société d'émulation des Côtes-du-Nord sur les fouilles exécutées au Mont-Dol. *Mém. de la Soc. d'émulation des Côtes-du-Nord*, 1874.

193. Stather (J.-W.). 1912. — Schelly clay dredged from the Dogger Bank. *Q. J. G. S.*, vol. LXVIII, p. 324, 1912.

194. Teall (D^r). — [New Red Rocks]. *Proc. of the geol. Assoc.*, vol. XVI, p. 141.

195. Termier (P.). 1918. — Roches éruptives interstratifiées dans le terrain houiller de Littry (Calvados). *C. R. Ac. des Sc.*, séance du 16 juillet 1918.

196. Thiébault (L.). 1925. — Contribution à l'étude des sédiments argilo-calcaires du bassin de Paris. Nancy, 1925.

197. Thoulet (J.). 1886 — Sur un mode d'érosion des roches par l'action combinée de la mer et de la gelée. *C. R. Ac. des Sc.*, t. CIII, 1886.

197 *bis*. — 1899. — Considérations sur la structure et la genèse des bancs de Terre-Neuve. *Bull. Soc. de géog. de Paris*, t. X, 1889.

198. — 1896. — Observations océanographiques faites pendant la campagne du « *Caudan* » dans le golfe de Gascogne, en août 1895. *Ann. de géogr.*, t. V, octobre 1895-octobre 1896, 1896, p. 353.

199. — 1904. — L'Océan, ses lois et ses problèmes. Paris, 1904.

200. — 1905. — *Mémoires océanographiques*. 1^re sér., Monaco, 1905.

201. — 1910. — Campagne arctique de 1907. Etude lithologique des fonds recueillis dans les parages de la Nouvelle-Zemble. Bruxelles, 1910.

202. — 1922. — L'Océanographie. Paris, 1922.

202 *bis*. — 1922. — Carthe lithologique sous-marine des côtes de France. Paris, Challamel.

203. Topsent (E.). — Contribution à l'étude des Clionides. *Arch. de zool. exp. et gén.*, 2^e sér., t. V *bis*, suppl.

204. Trevelyan. 1837. — [Silex de Jersey]. *Proc. Geol. Soc.*, vol. II, p. 577, 1837.

205. Tylor (A.). 1869. — *Q. J. G. S.*, vol. XXV, 1869, p. 8.

206. Tyrrel. 1924. — The geology and petrography of Rockall. *Geol. Mag.*, n° 715, janvier 1924.

207. Ussher. 1878. — On the chronological value of the Triassic strata of the south western counties. *Q. J. G. S.*, vol. XXXIV, 1878, p. 459.

208. — 1902. — The geology of the country around Exeter. *Mem. of the Geol. Survey*, England and Wales, explan. of sheet 325, 1902.

209. — 1904. — The geology of the country around Kingsbridge and Salcombe. *Mem. of the Geol. Survey*, England and Wales, explan. of sheets 355, 356, 1904.

210. — 1907. — The geology of the country around Plymouth and Liskeard. *Mem. of the Geol. Survey*, England and Wales, explan. of sheet 348, 1907.

211. Ussher. 1910. — Cornwall, Devon., and west Somerset. Geology in the Field, London, 1910.

212. Ussher and Barrow. 1912. — The geology of the country around Ivybridge and Modbury. *Mem. of the Geol. Survey*, England and Wales, explan. of sheet 349, 1912.

213. Van Beneden. 1883. — Compte rendu sommaire des recherches entreprises à la station biologique d'Ostende pendant les mois d'été 1883. *Bull. Acad. Royale de Belgique*, 52e année, t. VI, 3e sér., 1883, p. 458.

214. Van Mierlo. 1899. — La carte lithologique de la Mer du Nord le long des côtes belges. *Bull. Soc. geol. de Belgique*, 1899, p. 157, séance du 20 juin 1899.

215. Vasseur (G.). 1881. — Recherches géologiques sur les terrains tertiaires de la France occidentale. *Thèse*, Paris, 1881.

215 *bis*. Vélain (Ch.). 1886. — Note sur l'existence d'une rangée de blocs erratiques sur la côte normande. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XIV, p. 569, 1886.

216. Vieillard et Dollfus. 1875. — Etude géologique sur les terrains crétacés et tertiaires du Cotentin. Caen, 1875.

217. Warren (S.-H.). 1921. — A natural « eolith » factory beneath the Thanet Sand. *Q. J. G. S.*, vol. LXXVI, no 303, 1921.

218. — 1924. — The flint flakings of the Weybourne Crag. *Geol. Mag.*, no 721, 1924.

219. Weber (Max). — « *Siboga* » Expeditie. Introduction et description de l'expédition.

220. White (Osborne). 1921. — A short account of the geology of the Isle of Wight. *Mem. of the Geol. Survey*, 1921.

221. Whitehead (H.) and Goodchild (H.-H.). 1909. — Some notes on « Moorlog » peaty deposit from the Dogger Bank in the North Sea. With report on plant remains by Clement Reid and Mrs. Reid (with map and illustrations). *Essex Naturalist*, part. I et II, vol. XVI (april-july 1909), p. 51.

222. Woodward and Andrew. 1857. — [*In* Rupert Jones and Parker, voir 121].

223. Woodward and Ussher. 1911. — The geology of the country near Sidmouth and Lyme Regis. *Mem. of the Geol. Survey*, England and Wales, explan. of sheets 326, 340, 1911.

224. Worth (R.-N.). 1886. — On the existence of a submarine Triassic outlier in the English Channel, off the Lizard. *Q. J. G. S.*, vol. XLII, 1886, p. 313.

225. — 1891. — Additional notes on the Cornish Trias. *Trans. Royal Cornwall geol. Society*, 1891.

226. Worth (R.-H.). 1908. — The dredgings of the Marine Biological Association (1895-1906) as a contribution to the knowledge of the geology of the English Channel. *Journ. of the Marine biol. Assoc.*, new series, vol. VIII, no 2, issued may 1908.

CROISIÈRES OCÉANOGRAPHIQUES CITÉES

	ANNÉES
« *Lightning* »	1868
« *Porcupine* »	1870
« *Challenger* »	1873-1875
« *Blake* »	1877
« *Knight Errant* »	1880
« *Travailleur* »	1880-1881
« *Triton* »	1882
« *Talisman* »	1883
« *Caudan* »	1895
« *Ingolf* »	1895
« *Valdivia* »	1898
« *Siboga* »	1899
« *Belgica* » (croisière du Duc d'Orléans)	1905
« *Oithona* »	1906
« *Michâel Sars* »	1910
« *George Bligh* »	1922
« *Pourquoi-Pas?* »	1908-1927

TABLE DES FIGURES

PAGES

Fig. 1. — Le « *Pourquoi-Pas ?* » sous voiles, vu de l'arrière 3
— 2. — Le commandant Charcot 4
— 3. — Le « *Pourquoi-Pas ?* » au mouillage de Lézardrieux 4
— 4. — Les savants du « *Challenger* » examinant les produits de la drague 10
— 5. — Le professeur Ferronnière. 13
— 6. — La géologie du fond des mers (dessin de Pierre Le Conte) 31
— 7. — Le petit sondeur *Lucas*. 34
— 8. — Drague du commandant Charcot. 37
— 9. — Engins de sondage et de dragage 38
— 10. — Treuil de dragage. 39
— 11. — La drague est hissée à bord. 39
— 12. — Gros blocs ramenés par la drague. 41
— 13. — Schistes briovériens. 61
— 14. — Grès feldspathique. 66
— 15. — Argile sableuse rouge permo-triasique 77
— 16. — Grès argileux en plaquette (Permo-Trias) 81
— 17. — Grande plaque de calcaire liasique 82
— 18. — Calcaires blancs de l'Oolithique. 91
— 19. — Rognons de grès pyriteux du Crétacé inférieur 95
— 20. — Accident siliceux glauconieux 99
— 21. — Grès calcaires glauconieux 102
— 22. — Bloc de craie blanche 104
— 23. — Silex volumineux. 109
— 24. — Plaquette de calcaire éocène 134
— 25. — Bloc anguleux de roche primaire transporté par les glaces flottantes. 153
— 25 *bis*. — Mélange de blocs arrondis et de blocs anguleux provenant du remaniement du « head » 161
— 26. — Galets de silex montrant de nombreuses « marques de choc ». 169
— 27. — Silex éclatés et patinés 175

TABLE DES PLANCHES

PAGES

Planche I. — Comment reconnaître les roches « en place » 51
— II. — Ammonites et calcaires liasiques. 87
— III. — Silex de forme irrégulière. 121
— IV. — Silex auréolés. 127
— V. — Calcaires à Milioles 143
— VI. — Organismes perforants 191
— VII. — Glauconie de la zone néritique 203
— VIII. — Glauconie de la zone néritique..... 211

TABLE DES CARTES

PAGES

Carte I. — Dragages du « *Pourquoi-Pas ?* », 1921 22
— II. — Dragages du « *Pourquoi-Pas ?* », 1922 24
— III. — Dragages du « *Pourquoi-Pas ?* », 1923 25
— IV. — Dragages du « *Pourquoi-Pas ?* », 1924 27
— V. — Dragages du « *Pourquoi-Pas ?* », 1925, 1926, 1927. 28
— VI. — Répartition des gisements du Briovérien 64
— VII. — Répartition des gisements de grès feldspathiques. 71
— VIII. — Répartition des gisements du Permo-Trias, du Lias et de l'Oolithique. 81
— IX. — Répartition des gisements crétacés 97
— X. — Répartition des gisements de silex. 129
— XI. — Répartition des gisements éocènes. 147
— XII. — Quaternaire. — Répartition des blocs de roches primaires transportées par les glaces flottantes 165
— XIII. — Quaternaire. — Directions de transport. 167
— XIV. — Quaternaire. — Répartition des galets submergés et des silex éclatés..... 173
— XV. — Carte géologique du fond de la Manche 182
— XVI. — Dragages du « *Pourquoi-Pas ?* », Méditerranée, 1923. 256
— XVII. — Dragages du « *Pourquoi-Pas ?* », golfe de Gascogne, 1925..... 263
— XVIII. — Dragages du « *Pourquoi-Pas ?* », Atlantique Nord, Mer d'Irlande. Mer du Nord, 1924, 1926, 1927 271

TABLE DES MATIÉRES

PAGES

INTRODUCTION 5

AVERTISSEMENT 7

PREMIÈRE PARTIE

GÉOLOGIE SOUS-MARINE 9

CHAPITRE Ier

Aperçu historique de géologie sous-marine 10

Régions polaires 11

Région arctique 11

Région antarctique 12

Mer de Java 12

Méditerranée 12

Golfe de Gascogne 13

Atlantique profond 14

Atlantique Nord au voisinage de la côte américaine 15

Atlantique Nord au voisinage de la côte européenne 15

Mer Baltique 17

Mer du Nord 17

Manche 19

Les croisières du « *Pourquoi-Pas ?* » dans la Manche 21

1922 21

1923 23

1924 23

1925 26

1926 26

1927 29

CHAPITRE II

Méthodes 31

A. Détermination de l'emplacement des dragages et de la profondeur 32

Emplacement des dragages 32

Profondeur 33

B. Sondages et dragages géologiques. 35
Engins de pêche. 35
Appareils océanographiques. 36
Plomb de sonde 36
Tubes sondeurs. 36
Appareils de forage 37
Ramasseur de fonds « Léger » 37
Dragues diverses 37
Drague géologique du Commandant Charcot 37
C. Récolte et examen des échantillons 42
D. Comment reconnaître les roches « en place » 44
Transport par l'homme. 44
Transport par les vagues et les courants 45
Transport par les glaces 47
Observations. 48

CHAPITRE III

Exposé sur la Manche 55
A. Bathymétrie 55
B. Géologie. 56

CHAPITRE IV

Primaire 59
A. Briovérien 61
1. Roches briovériennes très abondantes. 62
2. Roches briovériennes abondantes 63
3. Roches briovériennes peu abondantes. 63
Résumé et conclusions 65
B. Grès feldspathiques 66
1. Grès feldspathiques très abondants. 67
2. Grès feldspathiques abondants. 67
3. Grès feldspathiques peu abondants 69
Résumé et conclusions 72
C. Autres roches primaires 73
Roches dévoniennes. 73
Têtes de roches primaires. 74

CHAPITRE V

Secondaire 77
A. Permo-Trias 77
1. Roches permo-triasiques « en place » 79

A. Permo-Trias. 2. Roches permo-triasiques peu abondantes. 80
Résumé et conclusions 82
B. Lias 83
1. Calcaires liasiques « en place » 83
2. Calcaires liasiques peu abondants. 89
Résumé et conclusions 90
C. Oolithique. 91
a. Oolithique inférieur 91
1. Calcaires « en place » 91
2. Calcaires peu abondants. 92
Résumé et conclusions. 92
b. Oolithique moyen et supérieur. 93
1. Calcaires « en place » 94
2. Calcaires peu abondants. 94
Résumé et conclusions. 94
D. Crétacé. 95
a. Crétacé inférieur (Néocomien) 95
1. Néocomien « en place ». 96
2. Roches néocomiennes peu abondantes. 98
Résumé et conclusions. 98
b. Roches glauconieuses. 99
1. Roches glauconieuses en place 100
2. Roches glauconieuses peu abondantes 101
Résumé et conclusions 103
c. Craies blanches ou jaunes. 104
1. Craie « en place ». 106
2. Craie peu abondante. 107
Résumé et conclusions. 107
d. Accidents siliceux non glauconieux, silex. 109
1. Silex auréolés abondants 113
2. Silex auréolés peu abondants. 116
3. Silex pourvus d'une écorce mince 124
Résumé et conclusions. 125

CHAPITRE VI

Tertiaire 133
Eocène. 134
A. *Nummulites lævigatus* Lmk (A et B). 138
1. Amas importants 138
2. Echantillons peu nombreux 138

B. Calcaire à Milioles 139
1. Calcaire à Milioles « en place ». 139
2. Calcaire à Milioles peu abondants 140
C. Calcaire à Nummulites 144
D. Foraminifères mélangés aux sédiments actuels. 144
Résumé et conclusions 145

CHAPITRE VII

Quaternaire 149
A. Blocs de roches primaires transportés par les glaces flottantes 153
1. Blocs très abondants 153
2. Blocs abondants 156
3. Blocs peu abondants 158
Caractères généraux, comparaisons et conclusions. 160
Dimensions et poids 160
Forme 160
Bios fixé, position des blocs sur le fond. 161
Actions subglaciaires. 162
Nature géologique et origine 162
Comparaisons 163
Conclusions. 164
B. Galets de silex 169
1. Galets de silex abondants 169
2. Galets de silex peu abondants 170
Caractères généraux, comparaisons et conclusions. 171
C. Silex éclatés et patinés 175
1. Silex éclatés abondants 175
2. Silex éclatés peu abondants 176
Caractères généraux, comparaisons et conclusions. 178
Forme 178
Patine 179

CHAPITRE VIII

Conclusions de la première partie

Histoire géologique de la Manche 181

DEUXIÈME PARTIE

Océanographie 185

CHAPITRE IX

Rôle des organismes perforants 187
Algues perforantes. 187
Bryozoaires perforants 188
Eponges perforantes 188
Vers perforants. 189
Mollusques perforants 189
Conclusions 193

CHAPITRE X

Sédimentation 195
A. Mélanges de sédiments 195
B. Lacunes dans la sédimentation 197

CHAPITRE XI

La glauconie dans les sédiments de la Manche 199
1. Sédiments recueillis par dragage 201
2. Sédiments côtiers 205
3. Sédiments de l'estuaire de la Rance 206
Sable de la plage de Bon-Secours 206
Dragage nº 1. 206
Dragage nº 2. 206
Banc de sable situé en face du laboratoire de Saint-Servan. 206
Sable de Port-Saint-Jean 206
Conclusions 208

Conclusions de la deuxième partie 212

CONCLUSIONS GÉNÉRALES 213

APPENDICE

Liste des dragages géologiques effectués par le « pourquoi-pas ? » 215
Manche 216
1921. — Stations 15 à 67 216
1922. — Stations 211 à 270. 218

1923. — Stations 385 à 430 227
1924. — Stations 501 à 547 236
1925. — Stations 1.041 et 1.094 241
1926. — Stations 2.001 à 2.039 242
1927. — Stations 2.101 à 2.103 249
Méditerranée 250
1923. — Stations 301 à 384 250
Golfe de Gascogne 260
1924. — Dragages effectués par M. l'ingénieur VOLMAT 260
1925. — Stations 1.046 à 1.093 261
Atlantique Nord 267
1924. — Stations 503 à 514 267
1926. — Stations 2.009 à 2.028 243
1927. — Station 2.124 268
Mer du Nord 269
1927. — Stations 2.104 à 2.117 et 2.121 à 2.123 269
Mer Baltique 273
1927. — Stations 2.118 à 2.120 273
Mer d'Irlande 274
1927. — Stations 2.125 et 2.126 274

ERRATUM

Page 200. . . . . .5e ligne, *lire* (200 à 300 m.) *au lieu de* (2.000 à 3.000 m.)

Page 221 . . . . . Station 236, *lire* 49°48′ *au lieu de* 47°48′

IMPRESSIONS BLONDEL LA ROUGERY

Société Anonyme

PARIS — 7, RUE SAINT-LAZARE — 2353-4-28

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Adaptations des Crustacés à la vie abyssale

Le Plancton végétal

VU ET APPROUVÉ :
Paris, le 31 Mai 1928
Le Doyen de la Faculté des Sciences
CH. MAURAIN.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :
Recteur de l'Académie de Paris,
S. CHARLETY.

LA